Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. E. Körber
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE RAUHIGKEIT (RAUHTIEFE UND DEFEKTBREITE) DER PRÄPARATIONSGRENZE BEI NATÜRLICHEN ZÄHNEN NACH DER KRONENPRÄPARATION

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt
von

Gina Pudjianti Winarko
aus
Djakarta (Indonesien)

1979

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548922_0076

Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. E. Körber
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE RAUHIGKEIT (RAUHTIEFE UND DEFEKTBREITE) DER PRÄPARATIONSGRENZE BEI NATÜRLICHEN ZÄHNEN NACH DER KRONENPRÄPARATION

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt
von
Gina Pudjianti Winarko
aus
Djakarta (Indonesien)

1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan : Professor Dr. H. Heimann

Berichterstatter: Professor Dr. E. Körber

FOTODRUCK H. RESCH · Georgstr. 50 · 7402 Kirchentellinsfurt

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	1
2.	LITERATURÜBERSICHT	2
2.1.	Bisherige Untersuchungen zur Oberflächenbeschaffenheit der Kavitätenwände und Präparationsgrenze	2 - 4
2.2.	Schleifkörper	4 - 5
2.3.	Geschwindigkeit, Druck und Kühlung	5 - 7
2.4.	Präparation	7 - 10
2.5.	Darstellung und Meßmethode der Rauhigkeit	10 - 12
3.	MATERIAL UND METHODE	13
3.1.	Vorbemerkung	13
3.2.	Zähne	13 - 14
3.3.	Präparationen	14 - 15
3.4.	Meßmethoden	16 - 18
3.5.	Statistik	19
4.	ERGEBNISSE	20
4.1.	Auswertung der ermittelten Meßwerte	20 - 21
4.2.	Statistische Auswertung der ermittelten Meßwerte	21 - 22
4.2.1.	Berechnung des Mittelwertes und 95% Vertrauensbereich der Rauhtiefe und Defektbreite der Präparationsgrenze von jedem Präparat innerhalb einer Versuchsreihe	22 - 31
4.2.2.	Berechnung des Mittelwertes und 95% Vertrauensbereich der Rauhtiefe und Defektbreite der Präparationsgrenze von allen Präparaten einer Versuchsreihe	31 - 34
4.2.3.	Häufigkeitsverteilung mit Histogrammen	35
4.2.4.	Varianzanalyse	35 - 42

		Seite
4.2.4.1.	Varianz innerhalb eines Versuches	42
4.2.4.2.	Varianzanalyse in verschiedenen Kronenabschnitten	42
4.2.4.3.	Varianzanalyse der Versuche "finiert" und "unfiniert"	42 - 44
4.2.5.	Erwartungsbereich	45 - 50
4.3.	Abbildungen	51 - 54
5.	DISKUSSION	55 - 56
6.	ZUSAMMENFASSUNG	57 - 58
7.	LITERATURVERZEICHNIS	59 - 64

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die umfangreichen Untersuchungen der letzten Jahre über die Wirkung von Schleif- und Bohrinstrumenten auf die Zahnhartsubstanzen stellten die Kavitätenwand bzw. die im Versuchsmodell frei bearbeitete Schmelz- bzw. Dentinoberfläche in den Vordergrund. (PANTKE 29, 31), (ADOLPH 2, 3, 4), (LINKE 26), (ONTRUP 28), (FUHR 17).

Als Ergänzung zu den in der letzten Zeit erschienenen Arbeiten sollen an dieser Stelle vor allem der Zustand der Schmelzrandzonen nach höchsttouriger Präparation in verschiedenen Kronenabschnitten (auf Höhe des Äquators, Supragingival und in der Zementschicht) untersucht werden.

Gefordert wird ein möglichst glatter, ununterbrochener Verlauf des Kavitätenrandes zur Erzielung eines optimalen Randschlusses einer Krone oder Gußfüllung.

Schmelzveränderungen in Form von Aussprengungen und Zertrümmerungen wirken sich nachteilig aus, indem sie einer Sekundärkaries Vorschub leisten.

In dieser Arbeit soll festgestellt werden:

1. Zustand der Schmelz- und Zementrandzonen nach Präparationen mit höchsttourigen Instrumenten in Abhängigkeit vom Ort der Präparation (auf Höhe des Äquators, Supragingival und in der Zementschicht)

2. Einfluß der Bearbeitung (finiert und unfiniert) auf die Rauhigkeit der Präparation.

2. LITERATURÜBERSICHT

2.1. Bisherige Untersuchungen zur Oberflächenbeschaffenheit der Kavitätenwände und Präparationsgrenze

PANTKE (29) untersuchte die Wirkung von Fissurenbohrern, Diamantsteinchen, Karborundumsteinchen, Schmelzmesser, Horico- und Sandpapierscheiben auf die Kavitätenwände. Die Untersuchungen ergaben, daß sich die verwendeten Instrumente, nach den beim Glätten der Dentin- und Schmelzoberflächen sowie der Schmelzränder erzielten Ergebnisse, folgendermaßen einstufen lassen:

1. Papierscheiben — fein
2. Finierer
3. Fissurenbohrer
4. Schmelzmesser
5. Karborundumsteinchen
6. Horicoscheiben
7. Diamantsteinchen
8. Diamantscheiben — rauh

Ähnliche Untersuchungen machte ONTRUP (28) 4 Jahre später. Die durch zahnärztliche Schleifinstrumente erzeugte Rauhtiefe der Oberflächen läßt sich folgendermaßen gliedern:

1. Papierschleifscheiben — fein
2. Finierer
3. Karborundumsteinchen
4. Grobe Karborundumsteinchen
5. Fräsen mit Querhieb
6. Diamantschleifwerkzeug — rauh

Die makroskopischen Untersuchungen an gefrästen und beschliffenen Schmelz- und Dentinoberflächen wurden von ADOLPH (2) durchgeführt. Hartmetallfräsen mit Querhieb hinterließen ein diesem Querhieb entsprechendes, streifenförmiges Relief, wobei ein querhiebloser Fissurenbohrer eine glättere Schmelz- und Dentinoberfläche erzielte. Nach höchststouriger Präparation ist die Rauhigkeit größer als nach niedertouriger.

EIFINGER (15) untersuchte bei frisch extrahierten Zähnen die Wirkung von hoch- und höchsttourig laufenden Bohrern und Schleifinstrumenten auf die Schmelzsubstanz. Die Rotationsachse der Präparationsinstrumente war senkrecht zum Randverlauf der Kavitäten ausgerichtet. Bei der Präparation mit querhiebfreien Fissurenbohrern sind Absprengungen im Schmelz bis zu einer Ausdehnung von 50µm festzustellen.
Die mit einem Diamanten durchgeführten Präparationen weisen weniger starke Absprengungen auf. Nach der Bearbeitung mit Karborundumsteinchen oder Finierer ist die Kavitätenwand eindeutig glatter.

FUHR (17) untersuchte die entstehende Rauhtiefe von Präparationen in verschiedenen Drehzahlbereichen (20.000, 40.000 und 300.000 U/Min.) und mit unterschiedlichen Schleifkörpern (Diamant, Finierer, Karborundumsteinchen und Sandpapier).
Die entstehenden Strukturvarianten zeigen Rauhtiefen zwischen 25 und 90µm. Nach Bearbeitung mit Finierern, feinen Sandpapierscheiben und Karborundumsteinchen entstehen Strukturvarianten der Rauhtiefe zwischen 5 und 14um.

LINKE (26) untersuchte die Rauhtiefe an Kavitätenrändern menschlicher Zähne, die mit verschiedenen Schleifkörpern, wie Diamant, Siliziumkarbid und Edelkorund, sowie Fissurenbohrern, Finierern und Sandpapierscheiben bearbeitet worden waren.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Rauhigkeit von der Diamantkristallgröße abhängt. Außerdem ergab sich ein deutlicher Unterschied in der Rauhigkeit bei den zwei verschiedenen Umdrehungsrichtungen. Bei Auslaufrändern sind größere Werte festzustellen als bei Einlaufrändern.

Vergleichende, oberflächenhistologische Untersuchungen über die Wirkung von zahnärztlichen Fissurenbohrern auf Schmelz, Dentin sowie Schmelzrand bei Verwendung von schnurgetriebenen Bohrmaschinen und Dentalairgeräten wurden von ZELINKA (43) durchgeführt.
Er stellte fest, daß zwischen den mit der schnurgetriebenen Bohrmaschine und den mit dem Dentalairgerät bearbeiteten Kavitätenwänden und Rändern kein nennenswerter Unterschied besteht.
Die Schneideformen der Bohrer haben Einfluß auf die Gestaltung der Präparationsflächen. Die besten Ergebnisse erzielt man bei der Präparation mit Fissurenbohrern ohne Querhieb. Am ungünstigsten schnitten bei den Versuchen die Querhieb-Fissurenbohrer ab.

2.2. Schleifkörper

Diamantschleifkörper sind eine der am meisten gebräuchlichen Schleifkörper für die Kavitäten- und Kronenpräparation. Sie haben gutes Schleifvermögen und geringen Verschleiß.
Die guten Eigenschaften diamantierter Schleifkörper werden durch hochspitzige Anordnung und feste Fassung der Diamantkristalle hervorgerufen. Die Befestigung der Diamantkristalle wird mit einem bestimmten Einbettungsmaterial mit Hilfe eines elektrogalvanischen Verfahrens erzeugt.
Es handelt sich bei den aufzutragenden Material um eine Legierung, die sehr widerstandsfähig ist. Man nennt es "Panzermaterial".

Genauere Methode und Herstellung sind Betriebsgeheimnis der Hersteller. Der Diamantschleifer besitzt einen sehr hohen Abriebwert und wird daher nur gering abgenützt (Härte 10 nach Mohs). Mit der Festlegung der Diamantkristallgröße wurde ein weiterer, wichtiger Faktor ermittelt. Es soll drei Diamantkorngrößen geben, groß, mittel und fein. Je größer ein Korn bzw. je weiter es aus der Einbettmasse herausragt, desto größer ist die erzeugte Rauhigkeit der beschliffenen Zahnhartsubstanz. Um eine möglichst feine und glatte Zahnoberfläche oder Kavitätenwand zu erreichen, muß daher die Korngröße gleichmäßig klein sein.

Shofu-Dura-White Steine sind mikrokörnige Schleifkörper zum Finieren und Polieren von Composites, Porzellan und Zahnschmelz. Sie bestehen aus einem Edelkorund, das künstlich im Elektroofen erzeugt wird. Das Ausgangsmaterial ist Aluminiumoxid, welches aus Bauxit gewonnen wird. Es handelt sich um ein sehr hartes, aber zähes Material, das nach der Mos´schen-Härteskala eine Härte von 9,25 besitzt.

2.3. Geschwindigkeit, Druck und Kühlung

Die derzeit im Handel befindlichen Bohr- und Schleifgeräte erlauben es, die Zahnhartsubstanzen in verschiedenen Drehzahlbereichen zu präparieren.

EICHNER (13) schlägt folgende Einteilung der Drehzahlen vor:

Normaltourig :	0-12.000 U/min.	Bohrmaschinen
Hochtourig :	12.000-40.000 U/min.	Bohrmaschinen mit Übersetzungen

Höchsttourig : 40.000-150.000 U/min. maschinengetriebene Geräte
150.000-400.000 U/min. luftgetriebene Geräte.

Die Schleifleistung hängt nicht allein von der Zahl der Umdrehungen pro Minute ab, sondern auch von der Umfangsgeschwindigkeit. Die Umfangsgeschwindigkeit ist der zurückgelegte Weg eines Punktes auf dem Umfang des Bohrers oder Schleifers in der Zeiteinheit.

Die Umfangsgeschwindigkeit (v) wird aus der Formel:

$$v = \frac{d \pi n}{1000 \times 60} \quad \text{m/sec. errechnet.}$$

$$\text{d.h. Umfangsgeschwindigkeit} = \frac{\text{Umfang x Drehzahl}}{1000 \times 60} \quad \text{m/sec.}$$

Bei hohen und höchsten Touren muß mit geringem Druck gearbeitet werden.

EICHNER (10) gab folgende Druckwerte bei steigenden Drehzahlen an:

0 - 12.000	U/Min.	= 250 - 150 p
12.000 - 40.000	U/Min.	= 200 - 75 p
40.000 - 150.000	U/Min.	= 75 p
150.000 - 400.000	U/Min.	= 25 p

Die praxisnahe Technik der Turbinenanwendung:
Bohrer oder Schleifer sollen wie ein feiner Malerpinsel gehandhabt werden. (SAUERWEIN 35)
Mit dem Bohr- und Schleifvorgang ist die Entstehung von Reibungswärme verbunden. Sie dringt nach und nach durch die Dentinschicht und beeinflußt das Zahnmark. Eiweiß koaguliert bei einer Temperatur

von über 56^{o} C, wird dieser Wert beim Bohren oder Schleifen überschritten, so koagulieren zunächst die Thomes-Fasern in den Dentinkanälchen, dann die Zell- und Faserelemente der Pulpa. Die entstandenen Schäden sind irreversibel (SAUERWEIN 35).
Die Temperaturerhöhung beim Bohren oder Schleifen muß daher durch einen Wasser-Luft-Spray vermieden werden.

HATTYASY (19) vertritt sogar die Meinung, daß die Präparationen an lebenden Zähnen unter körperwärme, physiologischer Kochsalzlösung vorgenommen werden sollten, um folgendes zu erreichen:

1. Fernhaltung thermischer Reize
2. Erhaltung des physikalisch-chemischen Zustandes des Protoplasmaeiweisses in den abgeschnittenen Dentinröhrchen.

Die entstehende Reibungswärme bei Diamantschleifkörpern ist im Vergleich zu anderen Schleifmitteln die geringste. Dennoch verlangen hohe und höchste Drehzahlen unter Umständen die Anwendung von Kühlmitteln (HERMANN 20).

2.4. Präparation

EICHNER (12) gibt 6 verschiedene Arten der Präparation an (Abb. 1), von denen LEHMANN (23) 3 für allgemein gebräuchlich ansieht. (Abb. 1, Nr. 2, 4, 5)

VEST (40) verlangt die Versenkung des subgingivalen Kronenrandes in die Zahnhartsubstanz, um parodontale Reizungen zu vermeiden.

SCHMEISSNER (36) fordert die subgingivale Stufenpräparation, weil

1. Die Krone dem Stumpf weit besser angepaßt werden kann,
2. sich die Stufe auf dem Abdruck bzw. dem späteren Modellstumpf genau abzeichnet.

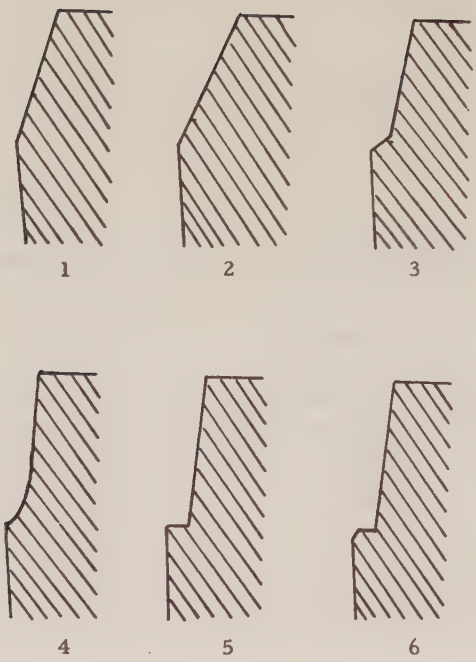


Abb. 1: Unterschiedliche Präparationsformen (nach EICHNER)

1. steil konisch
2. flach konisch
3. schräge zirkuläre Stufe
4. Hohlkehlenpräparation
5. zirkuläre Stufe mit rechtwinkliger Kante
6. zirkuläre Stufe mit gebrochener Kante, sog. Federrand.

DEMMEL (6) hingegen gibt zu bedenken, daß die Stufenpräparation einen breiten Zementspalt ergibt; aus dieser Sicht muß die Stufenpräparation als nachteilig angesehen werden.

VOSS (41) fordert die Hohlkehlpräparation.
Hierbei ist ein exakter Randschluß zu erwarten, wobei der Zahn mit einer gerade noch erkennbaren, schulterförmigen Präparation beschliffen wird, die nach der exakten Abdrucknahme am Modell genau zu sehen ist. Dadurch hat der Techniker einen Anhaltspunkt, wo er den Rand der Krone enden lassen muß.

Spezialtechniken zur Hohlkehlpräparation:

SMITH (38) gibt einen zylinderförmigen Diamanten an, der stirnseitig, zum Verdrängen der Gingiva und als Anschlag ca. 1 mm weit nicht belegt ist. Ein ähnlicher Diamant von VOSS ist ebenfalls stirnseitig nicht belegt und abgerundet, PLISCHKA (33) empfiehlt einen Diamanten mit "kuppelförmigem Ende", DREHER und MARXKORS (8) benützen ein stumpfkegeliges Ende, LUSTIG (27) benutzt einen torpedoförmigen Schleifer. SINGER (37) präpariert zuerst eine zirkuläre Hohlkehle mit einem kugelförmigen Diamanten und trägt dann den Überhang ab.

FUCHS und MAYER (16) haben in ihrer Untersuchung bewiesen, daß durch Abschrägung am Rande die "Dichte" einer Füllung oder Krone wesentlich verbessern wird.

KÖRBER, E. fordert die Hohlkehlpräparation mit Abschrägung (Abb. 2). Unter den obigen Aspekten und aufgrund der Untersuchungen von SCHMIERER (39) scheint diese Präparationsart die beste zu sein. Hierbei ist eine deutlich erkennbare Präparationsgrenze, sowie ein relativ schmaler Zementspalt zu erwarten.

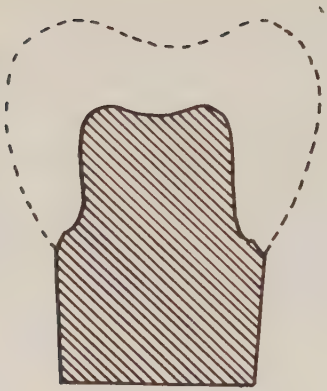


Abb. 2: Hohlkehlpräparation mit Abschrägung (nach KÖRBER, E.)

ONTRUP (28) und EIFINGER (15) schlagen für die Erzielung eines exakten Randschlusses eine Nacharbeitung mit Sandpapierscheiben vor, um die bei der Präparation mit Diamantschleifern entstandenen Rauhtiefe von 30 - 50 µm auf 2 µm zu reduzieren.

2.5. Darstellung und Messmethode der Rauhigkeit

PANTKE (29) führte Untersuchungen an präparierten Dentinflächen mit Hilfe der Replicatechnik durch. Mit ihr lassen sich auch feinste Oberflächen scharf wiedergeben. Bei dieser Technik stellt man von der zu untersuchenden Oberfläche einen Abdruck (Replica) her, der unter dem Mikroskop im durchfallenden Licht betrachtet werden kann. Er verwendet als Abdruckmaterial eine Kollodium-Amylazetat-Lösung.

ONTRUP (28) verwendete für die Messung der Oberflächengestalt der Zahnhartsubstanzen nach der Bearbeitung mit rotierenden Instrumenten das Oberflächenprüf- und Messgerät (Perth-o-meter) Type "Universal", System Dr. Ing. J. Perthen, Hannover.
Dieses Gerät arbeitet nach dem Tastschnittverfahren, um die Oberflächenprofile aufzuzeichnen. Dafür ist eine plane Fläche von mindestens 8 - 10 mm als Auflage zur Führung des Tastkörpers notwendig.

ADOLPH (1) verwendete für seine Untersuchungen an der präparierten Dentinoberfläche das Oberflächenabdruckverfahren mittels selbstpolimerisierenden Kunststoffes "Palavit" als Matrizenmaterial.
Die Abdrücke werden durch die Bedampfung mit Gold, Palladium und Kohlenstoff zu elektronenmikroskopischen Präparaten verarbeitet.

EIFINGER (15) untersuchte die präparierten Zähne im Auflichtmikroskop (Leitz "Panphot") bei 65-facher Vergrößerung und von den auftretenden Kavitätenrandgebieten wurden Mikrophotographien im Auflicht angefertigt. Erschwerend bei der Aufnahme wirkte sich der stark reflektierende und lichtbrechende Schmelz aus.

FUHR (17) hat die Rauhigkeit von Zahnoberflächen mit Hilfe eines Profilographen gemessen. Der "Profilograph" gestattet ein direktes Ablesen der Rauhigkeit. Für die elektronenmikroskopischen Abbildungen von Oberflächen in Transmission bedient man sich des von Mahl entwickelten Kollodium-Matrizen-Verfahrens, das auf die Herstellung einer im Elektronenmikroskop durchstrahlbaren Folie beruht.

LINKE (26) stellte die Rauhigkeit der Kavitätenränder mittels mikrophotographischer Methode dar. Die Auswertung erfolgte durch Messung des Abstandes der durch den höchsten und tiefsten Punkt parallel gelegten Linien.

ZELINKA (43) hat mit Hilfe der Replicatechnik (Adhäsionsrelief-methode) vergleichende, oberflächenhistologische Untersuchungen über die Wirkung von Fissurenbohren verschiedener Schneideformen auf Schmelz und Dentin durchgeführt.

3. MATERIAL UND METHODE

3.1. Vorbemerkung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es zu klären, ob bei den Präparationen in verschiedenen Kronenabschnitten (auf Höhe des Äquators, Supragingival und im Zement) mit und ohne zusätzliche Glättung ein signifikanter Unterschied in der Rauhigkeit der Grenze zwischen präparieriertem und unpräpariertem Zahn festzustellen ist.
Es wurden insgesamt 6 Versuchsreihen angelegt, wobei je 6 Präparationen durchgeführt wurden.

1. Präparationen in Äquatorhöhe, ungeglättet.
   (6 Schliffproben an 6 Zähnen)
2. Präparation in Äquatorhöhe mit "Shofu-Dura-White-Stein" geglättet.
   (6 Schliffproben an 6 Zähnen)
3. Präparation in Supragingivalhöhe, ungeglättet.
   (6 Schliffproben an 6 Zähnen)
4. Präparationen in Supragingivalhöhe mit "Shofu-Dura-White-Stein" geglättet. (6 Schliffproben an 6 Zähnen)
5. Präparationen in Zementhöhe, ungeglättet.
   (6 Schliffproben an 6 Zähnen)
6. Präparationen in Zementhöhe mit "Shofu-Dura-White-Stein", geglättet. (6 Schliffproben an 6 Zähnen)

3.2. Zähne

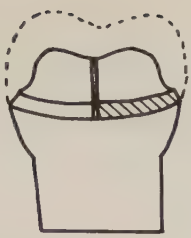
Wir benutzten für unsere Untersuchungen 9 frisch extrahierte Molaren ohne größere Defekte, die bis zu ihrer Bearbeitung in physiologischer Kochsalzlösung aufbewahrt waren. Vor dem Versuch wurden die Zähne mit physiologischer Kochsalzlösung gereinigt und die zu präparierende

Schmelzpartie unter einer Lupe bei 10-facher Vergrößerung auf etwaige bereits vorhandene Schmelzdefekte, die durch die Einwirkung der Extraktionszange bedingt sein konnten, untersucht.

3.3. Präparationen

Als Präparationsart wählten wir die Hohlkehle mit Abschrägung. (Abb. 2) Unter Wasserkühlung wurde mit der Turbine "Supertorque 625 (KaVo), Ca. 300.000 U/min." und torpedoförmigen, diamantierten Schleifkörpern (Horico 183-014, Mittelkorngröße) die Hohlkehlpräparation durchgeführt; im Anschluß daran die Abschrägung mit Hilfe eines diamantierten Schleifkörpers nach LUSTIG (Meisinger 886-012, Mittelkorngröße).
Die Glättung der abgeschrägten Kante wurde mit dem Intra Schnellaufwinkelstück (KaVo Intra E Motor 185A) mittels "Shofu-Dura-White-Stein" durchgeführt.
Um eine Vergleichsmöglichkeit der Befunde besser erfassen zu können, wurden 2 unterschiedliche Präparationen am selben Zahn ausgeführt und zwar am Äquator und Supragingival, am Äquator und Zement, sowie Supragingival und Zement.
Bei den 6 Molaren wurden an den bukkalen Flächen die Präparationen in Äquatorhöhe durchgeführt, an den lingualen Flächen derselben Molaren wurden 3 in Supragingivalhöhe und 3 in Zementhöhe präpariert.
Bei den nächsten 3 Molaren wurden an den bukkalen Flächen in Supragingivalhöhe und an den lingualen Flächen in Zementhöhe präpariert. Die Fläche teilt man durch Ritzmarkierungen in Distobukkal-, Mesiobukkal-, Distolingual und Mesiolingualflächen.
Die Mesialflächen bleiben ungeglättet und die Distalflächen wurden zusätzlich mit Shofusteinchen geglättet. (Abb. 3, 4, 5)
Zur besseren Handhabung wurden die Zähne mit der Wurzel in einen Gipssockel gesetzt.

Mesial



Distal

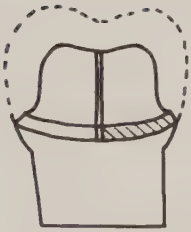
Abb. 3:

Präparation in Äquatorhöhe

Mesial: ungeglättet

Distal : geglättet

Mesial



Distal

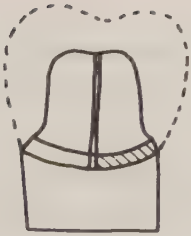
Abb. 4:

Präparation in Supragingivalhöhe

Mesial: ungeglättet

Distal : geglättet

Mesial



Distal

Abb. 5:

Präparation in Zementhöhe

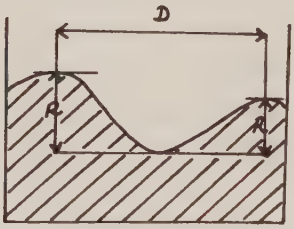
Mesial: ungeglättet

Distal : geglättet

3.4. Meßmethode

Für das Verständnis der Meßmethode müssen einige Begriffserläuterungen gegeben werden. Aus der schematischen Darstellung (Abb. 6) kann die Grundlage für die Messungen der Rauhtiefe (R) und Defektbreite (D) entnommen werden.

Abb. 6:



R = Rauhtiefe
D = Defektbreite

Abb. 6: Abhängigkeit der Rauhigkeit von der Defektbreite und Rauhtiefe

1. Bei großer Defektbreite und kleiner Rauhtiefe ist die Rahigkeit gering.
2. Bei kleiner Defektbreite und großer Rauhigkeit ist die Rauhigkeit groß.

Die Messungen wurden mit dem Zeiss "Universalmeßmikroskop" im Auflicht durchgeführt (Abb. 8) als Meßobjektiv wurde das Objektiv mit 8-facher Vergrößerung gewählt.
Nach erfolgter Präparation wurden die Zähne zur Verbesserung der Bildqualität für die Messungen im Auflichtmikroskop im Hochvakuum von 1×10^{-5} Torr zuerst mit Kohle und anschließend mit Gold bedampft. Die Schichtdicke der Kohle-Gold-Bedampfung betrug an-

nähernd 300° AE.

Außerdem konnten die so beschichteten Zähne unmittelbar im Rasterelektronmikroskop weiter untersucht werden.
Für die Messungen mit Hilfe des Auflichtmikroskops wurden die einzelnen Präparate mit Knetmasse auf einem Objektträger fixiert. Der zu untersuchende Kavitätenrand mußte freibleiben, damit er sich als Shilhouette abzeichnet. (Abb. 7)

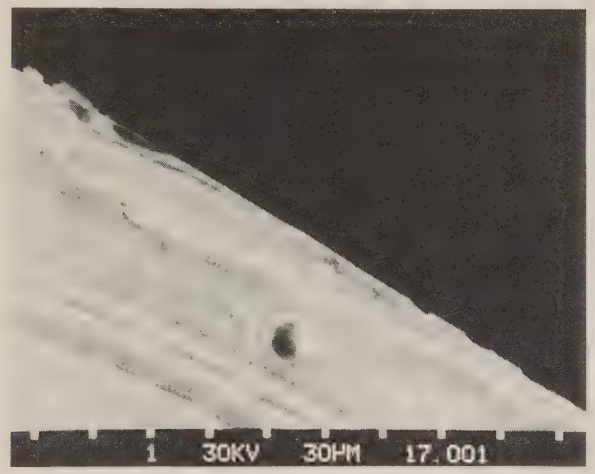


Abb. 7:

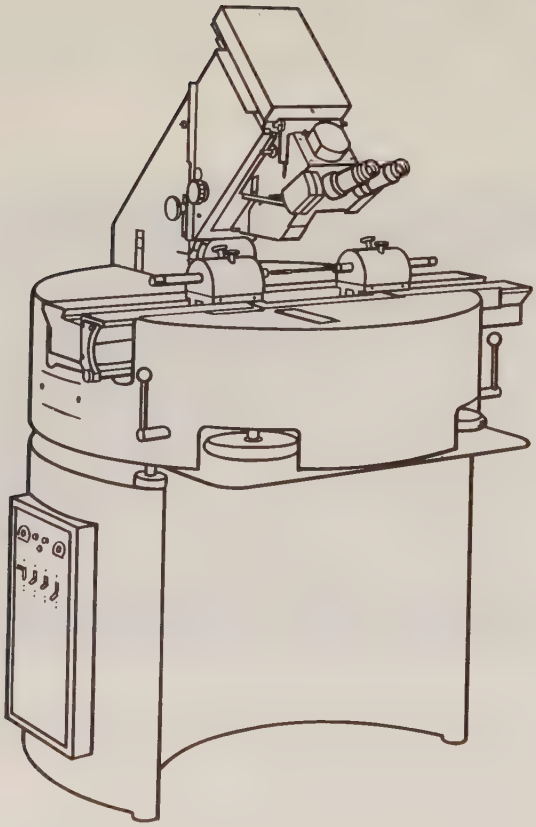


Abb. 8: Zeiss "Universalmeßmikroskop"

3.5. Statistik

Zur statistischen Auswertung der Messungen wurden die Mittelwerte, der 95% Vertrauensbereich, der Erwartungsbereich, die Häufigkeitverteilung und die Varianzanalyse berechnet.
Die 864 Meßdaten wurden mit dem programmierbaren Tischrechner vom Typ 9820 A der Firma "Hewlett & Packard" durchgeführt. Der Rechner wurde entsprechend der Rechenvorschrift von CAVALLI SFORZA (5), LINDER (25) und SACHS (34) programmiert.
Unter dem Mittelwert versteht man das arithmetische Mittel aus den einzelnen Werten der Stichprobe, er ist Schätzwert für den "Wahren Mittelwert" der Grundgesamtheit (CAVALLI SFORZA 5).
Der 95% Erwartungsbereich läßt eine Aussage zu, in welchem Bereich eine einzelne Messung von weiteren hunderte Messungen zu erwarten ist. Die Varianzanalyse dient zur statistischen Prüfung auf signifikante Unterschiede zwischen mehreren Mittelwerten. Es bestehen signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Mittelwerten, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit (P) = 5% ist.
Der Unterschied ist hochsignifikant, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit (P) = 1% ist CAVALLI SFORZA (5), LINDER (25).
Die Häufigkeitsverteilung dient dazu, eine große Anzahl verschiedener Meßdaten entsprechend der prozentualen Häufigkeit gleichwertiger Maßdaten in einem Schaubild (Histogramm) darzustellen.

4. ERGEBNISSE

In 6 Versuchsreihen zu je 6 Schliffproben an 6 Zähnen wurde die Rauhigkeit der Präparationsgrenze in Abhängigkeit von verschiedenen Kronenabschnitten (auf Höhe des Äquators, Supragingival und in der Zementschicht) mit und ohne zusätzliche Glättung mit Shofusteinchen untersucht.
Als Präparationsart wurde die Hohlkehle mit Abschrägung gewählt.

Versuch 1: Präparation in Äquatorhöhe, ungeglättet.
Versuch 2: Präparation in Äquatorhöhe mit Shofusteinchen geglättet.
Versuch 3: Präparation in Supragingivalhöhe, ungeglättet.
Versuch 4: Präparation in Supragingivalhöhe mit Shofusteinchen, geglättet.
Versuch 5: Präparation in Zementschicht, ungeglättet.
Versuch 6: Präparation in Zementschicht mit Shofusteinchen, geglättet.

4.1. Auswertung der ermittelten Meßwerte

Zur besseren Übersicht wurden die Präparate mit 3-stelligen Zahlen versehen. Dabei kennzeichnet die erste Ziffer die Präparationshöhe (1 - 2: Äquator, 3 - 4: Supragingival, 5 - 6: Zement) während die beiden anderen die Präparatnummer innerhalb der Präparationshöhe angeben. Z. B.: Präparat 201 2 = Präparation in Äquator,
01 = Präparatnummer 01.
Die Rauhigkeit maßen wir unter dem Universalmeßmikroskop aus. Pro Präparat wurden 16 Messungen der Rauhtiefe und 8 Messungen der Defektbreite ausgeführt.
Die Messungen orientierten sich an der Darstellbarkeit der Rauhigkeit. Anschließend erfolgte die statistische Auswertung der 864 Meßdaten.

Beispiel eines Meßprotokolls für eine Schleifprobe:

Meßprotokoll Präparat 101

Meßpunkte	Rauhtiefe in µm	Meßpunkte	Defektbreite in µm
1	5	1	29
2	3	2	12
3	4	3	21
4	4	4	13
5	7	5	27
6	5	6	36
7	4	7	33
8	2	8	33
9	5		
10	3	Mittelwert	26
11	4		
12	3		
13	6		
14	4		
15	5		
16	2		
Mittelwert	4, 1		

4.2. Statistische Auswertung der ermittelten Meßwerte

1. Berechnung des Mittelwertes und 95% Vertrauensbereich der Rauhtiefe und Defektbreite der Präparationsgrenze von jedem Präparat innerhalb einer Versuchsreihe.

2. Berechnung des Mittelwertes und 95% Vertrauensbereich der Rauhtiefe und Defektbreite der Präparationsgrenze von allen Präparaten einer Versuchsreihe.

3. Häufigkeitsverteilung.

4. Varianzanalyse.

5. Erwartungsbereich.

4.2.1. Berechnung des Mittelwertes und 95% Vertrauensbereich der Rauhtiefe und Defektbreite der Präparationsgrenze von jedem Präparat innerhalb einer Versuchsreihe.

Versuchsreihe 1

Präparation in Äquatorhöhe, unfiniert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
101	4,1	0,7	18
102	3,9	0,8	20
103	4,1	0,6	14
104	4,4	0,6	15
105	4,8	1,1	23
106	4,7	0,7	15

Tab. Nr. 1

Präparation in Äquatorhöhe, unfiniert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
101	26	8	30
102	22	5	15
103	26	4	24
104	23	5	16
105	21	3	12
106	18,8	2,3	35

Tab. Nr. 2

Versuchsreihe 2

Präparation in Äquatorhöhe mit Shofusteinchen finiert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
201	3,4	0,8	24
202	2,8	0,5	17
203	4,2	0,7	16
204	4,1	0,9	22
205	3,3	0,5	15
206	4,3	0,6	13

Tab. Nr. 3

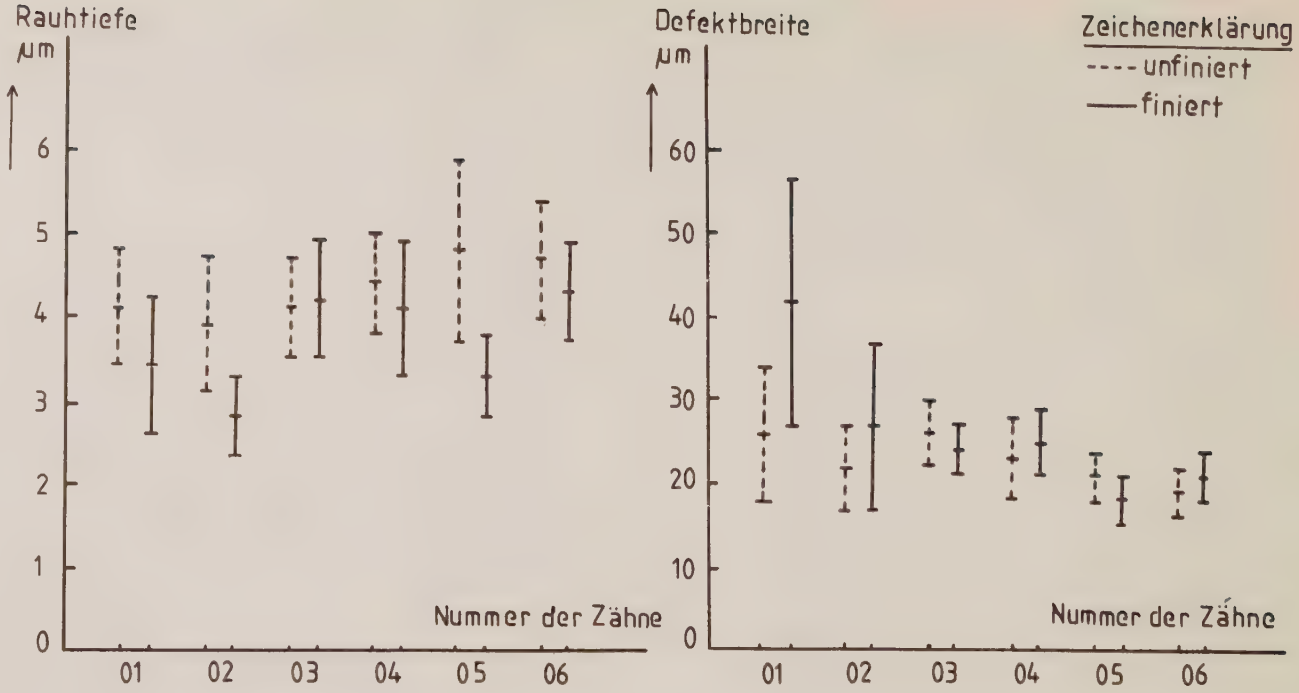


Abb. 9: Darstellung der Mittelwerte und 95% Vertrauensbereich der Rauhtiefe (16 Messungen pro Zahn bei 6 Zähnen) und Defektbreite (8 Messungen pro Zahn bei 6 Zähnen) in Äquatorhöhe.
Es ist zu erkennen, daß sich zwischen 6 verschiedenen Zähnen, finiert und unfiniert keine signifikanten Unterschiede ergeben. D.h. die Streuungen sind größer als die Unterschiede von Schliffprobe zu Schliffprobe.

Präparation in Äquatorhöhe mit Shofusteinchen finiert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
201	42	15	15
202	27	10	35
203	24	3	14
204	25	4	15
205	18	3	19
206	21,1	2,7	13

Tab. Nr. 4

Versuchsreihe 3

Präparation in Supragingivalhöhe, unfiniert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
301	5,3	0,4	8
302	5,2	1,5	29
303	4,7	1,0	21
304	4,9	0,6	13
305	4,3	0,5	12
306	4,5	0,8	19

Tab. Nr. 5

Präparation in Supragingivalhöhe, unfiniert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
301	31	11	35
302	30	4	14
303	19	3	17
304	23	4	16
305	24	4	17
306	25	5	19

Tab. Nr. 6

Versuchsreihe 4

Präparation in Supragingivalhöhe mit Shofusteinchen finiert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
401	3,4	0,5	16
402	2,4	0,6	25
403	4,6	0,4	9
404	4,3	0,6	13
405	3,9	0,6	15
406	4,3	0,9	14

Tab. Nr. 7

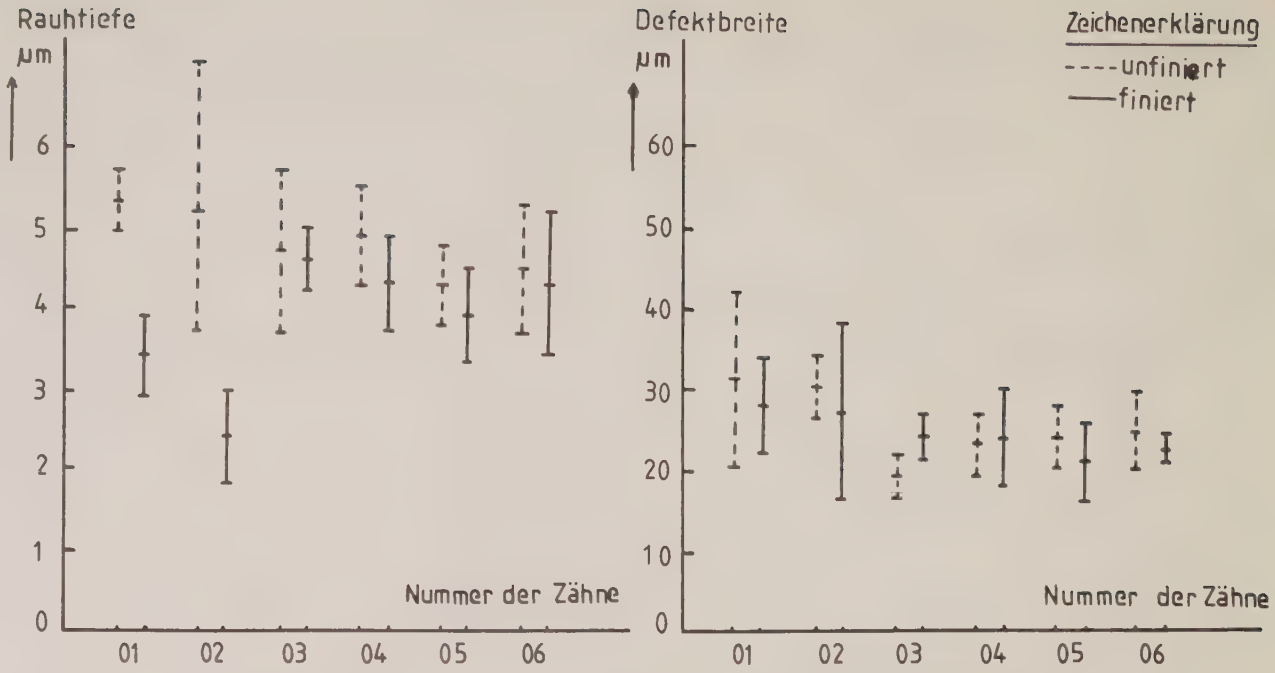


Abb. 10: Darstellung der Mittelwerte und 95% Vertrauensbereich der Rauhtiefe (16 Messungen pro Zahn bei 6 Zähnen) und Defektbreite (8 Messungen pro Zahn bei 6 Zähnen) in S U P R A G I N G I V A L H Ö H E .
Es ist zu erkennen, daß sich zwischen 6 verschiedenen Zähnen keine signifikanten Unterschiede ergeben. Zwischen finiert und unfiniert bestehen bei 4 von 6 Zähnen keine signifikanten Unterschiede.

Präparation in Supragingivalhöhe mit Shofusteinchen finiert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
401	28	6	20
402	27	11	43
403	24	3	12
404	24	6	24
405	21	5	25
406	22,5	2	9

Tab. Nr. 8

Versuchsreihe 5

Präparation in Zementhöhe, unfiniert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
501	3,8	0,7	17
502	5,3	1,2	22
503	5,2	0,9	18
504	4,3	0,5	12
505	4,3	0,5	12
506	4,3	0,7	16

Tab. Nr. 9

Präparation in Zementhöhe, unfiniert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
501	33	7	21
502	44	19	44
503	29	5	19
504	23	4	19
505	19,5	1,8	9
506	26	3	13

Tab. Nr. 10

Versuchsreihe 6

Präparation in Zementhöne mit Shofusteinchen finiert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
601	3,3	0,9	28
602	4,3	1,1	26
603	3,9	0,5	14
604	4,0	0,4	11
605	4,8	0,8	17
606	3,8	0,4	12

Tab. Nr. 11

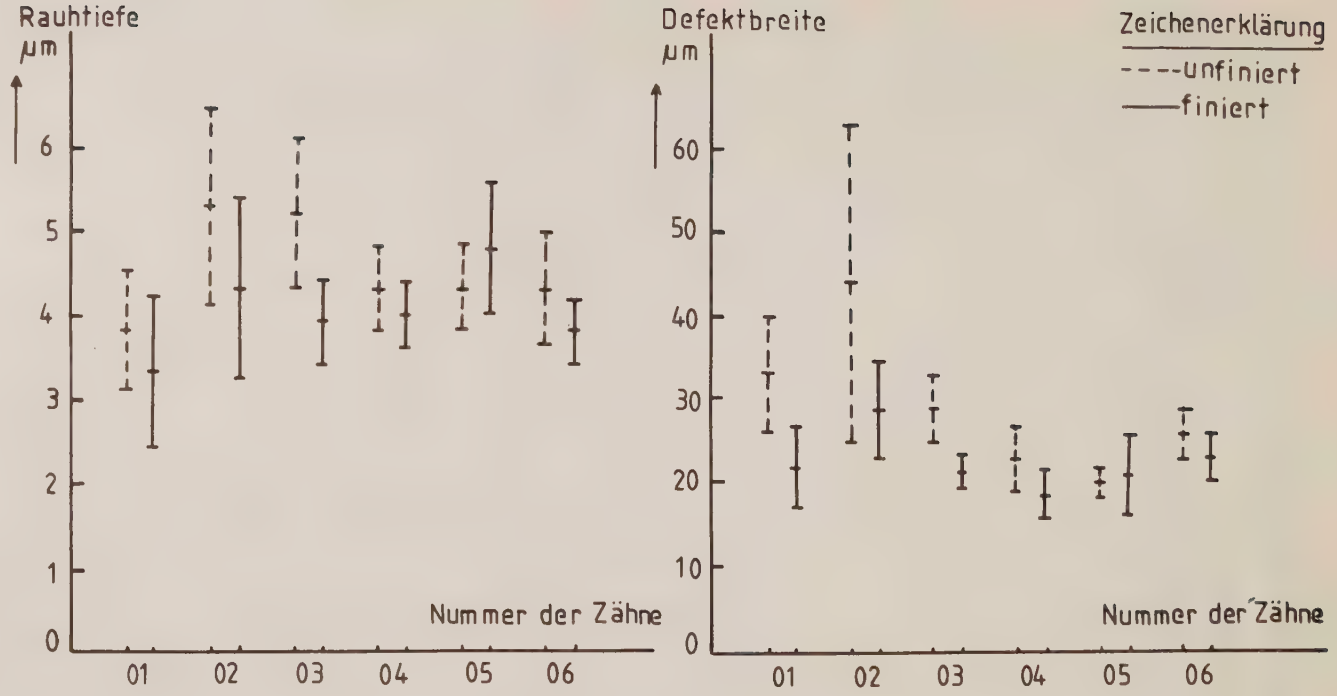


Abb. 11: Darstellung der Mittelwerte und 95% Vertrauensbereich der Rauhtiefe (16 Messungen pro Zahn bei 6 Zähnen) und Defektbreite (8 Messungen pro Zahn bei 6 Zähnen) in Z E·M E N T H Ö H E . Es ist zu erkennen, daß sich zwischen 6 verschiedenen Zähnen, finiert und unfiniert keine signifikanten Unterschiede ergeben. D.h. die Streuungen sind größer als die Unterschiede von Schliffproben zu Schliffproben.

Präparation in Zementhöhe mit Shofusteinchen finiert.

Präp. Nr.	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
601	22	5	23
602	29	6	20
603	21,4	2,1	10
604	18,5	2,9	16
605	21	5	22
606	23	3	14

Tab. Nr. 12

4.2.2. Berechnung des Mittelwertes und 95% Vertrauensbereich der Rauhtiefe und Defektbreite der Präparationsgrenze von allen Präparaten einer Versuchsreihe

Um die Versuchsreihe 1 - 6 direkt miteinander vergleichen zu können, wurden die für die Rauhigkeit berechneten Mittelwerte und 95% Vertrauensbereich zusammengefaßt.

	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
Versuchsreihe 1	4,32	0,30	7
Versuchsreihe 2	3,67	0,27	7
Versuchsreihe 3	4,80	0,30	7
Versuchsreihe 4	3,82	0,30	7
Versuchsreihe 5	4,50	0,30	7
Versuchsreihe 6	4,01	0,29	7

Tab. Nr. 13

	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Vertrauensbereich in µm	in %
Versuchsreihe 1	22,6	1,8	8
Versuchsreihe 2	26	3	13
Versuchsreihe 3	25,3	2,2	9
Versuchsreihe 4	24,4	2,2	9
Versuchsreihe 5	29	4	13
Versuchsreihe 6	22,4	1,7	7

Tab. Nr. 14

Aus diesen Mittelwerten ist erkennbar, daß nach Bearbeitung mit Shofusteinchen (Versuchsreihe 2, 4, 6) die Rauhtiefe an der Präparationsgrenze annähernd 1 µm kleiner ist (Siehe Abb. 12)

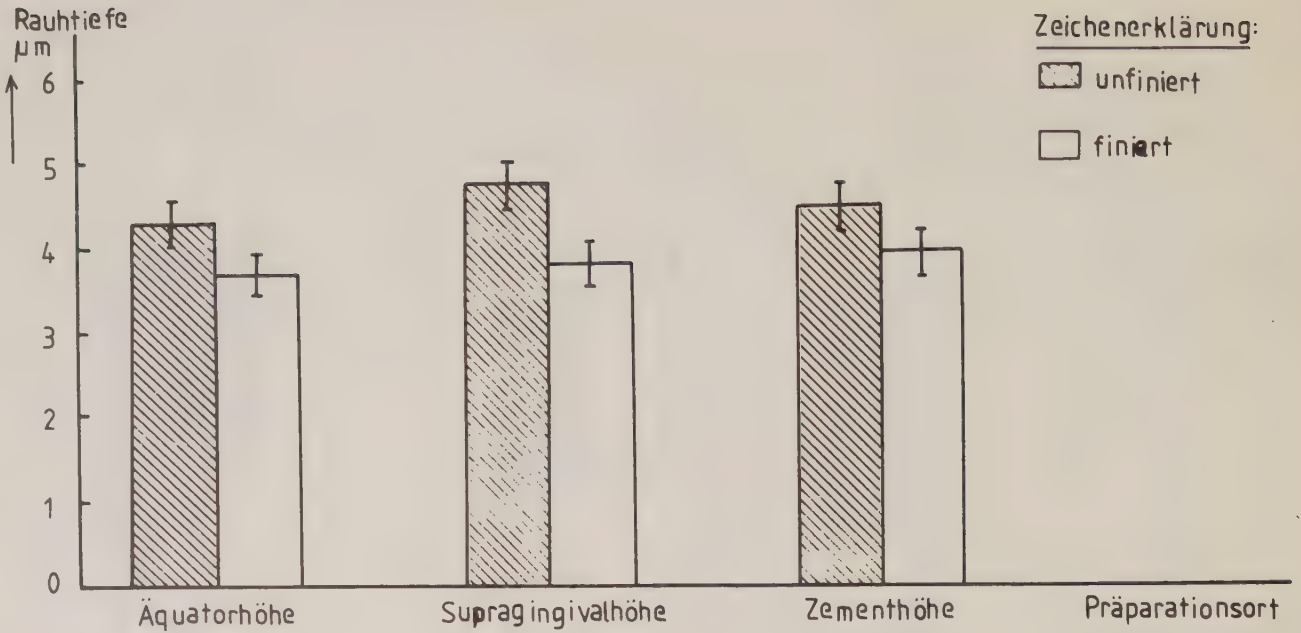


Abb. 12: Darstellung der Mittelwerte und 95% Vertrauensbereich aus 16 Messungen pro Zahn der an 6 Zähnen ermittelten Rauhtiefe in Abhängigkeit des Präparationsortes.

Es ist zu erkennen, daß sich zwischen verschiedenen Kronenabschnitten keine signifikante Unterschiede ergeben.

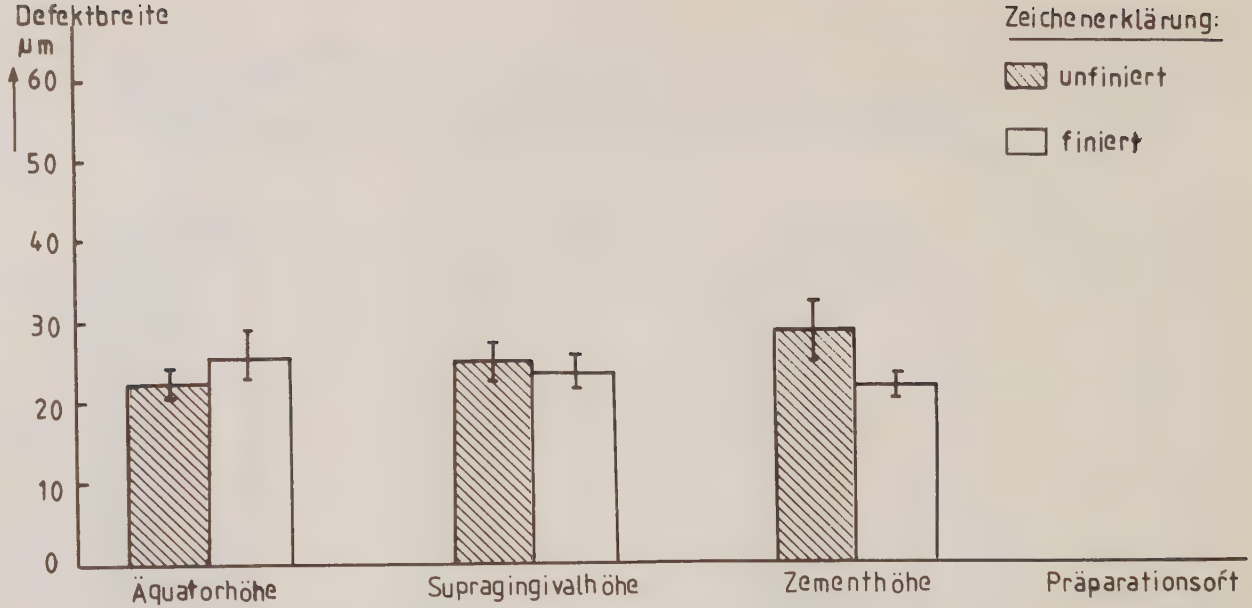


Abb. 13: Darstellung der Mittelwerte und 95% Vertrauensbereich aus 8 Messungen pro Zahn der an 6 Zähnen ermittelten Defektbreite in Abhängigkeit des Präparationsortes.

Es ist zu erkennen, daß sich zwischen verschiedenen Kronenabschnitten keine signifikante Unterschiede ergeben.

4.2.3. Häufigkeitsverteilung mit Histogrammen

Zur übersichtlichen Darstellung der -pro Versuchsreihe für die Rauhtiefe und Defektbreite- am häufigsten aufgetretenen Meßwerte wurden Histogramme hergestellt.
Insgesamt wurden pro Versuchsreihe von allen 6 Zähnen 96 Meßwerte der Rauhtiefe und 48 Meßwerte der Defektbreite für ein Histogramm ausgewertet.
Dieses Histogramme geben die Verteilung der Häufigkeit der Meßwerte (in µm) der jeweiligen Versuchsreihen wieder.
Ein Vergleich der Histogramme der Rauhtiefe von Versuchsreihen, die sich durch die Präparation in verschiedenen Kronenabschnitten (Äquator, Supragingival und Zement), finiert und unfiniert, unterscheiden, zeigt, daß durch die zusätzliche Finierung die Mehrzahl der Meßwerte in den unteren Klassengrenzen (1 - 4 µm) liegen. Zwischen den verschiedenen Kronenabschnitten zeigen sich keine nennenswerten Unterschiede, wobei die Mehrzahl der Meßwerte zwischen 3 - 6 µm liegt.
Beim Vergleich der Histogramme für die Defektbreite fällt auf, daß sowohl zwischen verschiedenen Kronenabschnitten (Äquator, Supragingival und Zement) als auch zugleich finiert und unfiniert keine Unterschiede festgestellt werden können. Die Mehrzahl der Meßwerte liegen bei 18 µm.

4.2.4. Varianzanalyse

Mit Hilfe der Varianzanalyse wurde untersucht:

1. ob sich die Rauhigkeit einer Präparationsgrenze innerhalb eines Versuchs signifikant unterscheidet,

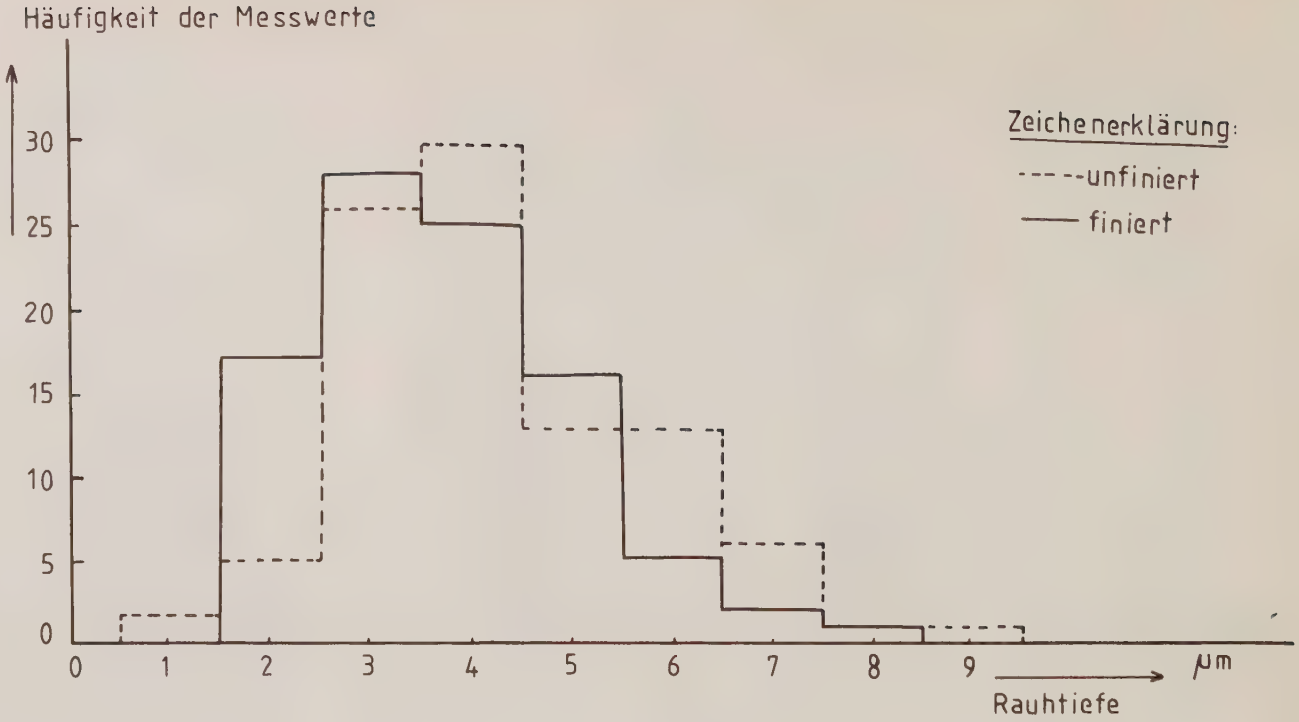


Abb. 14: Darstellung der Häufigkeitsverteilung aus 16 Messungen (pro Zahn) der an 6 Zähnen in ÄQUATORHÖHE ermittelten Rauhtiefe, finiert und unfiniert.

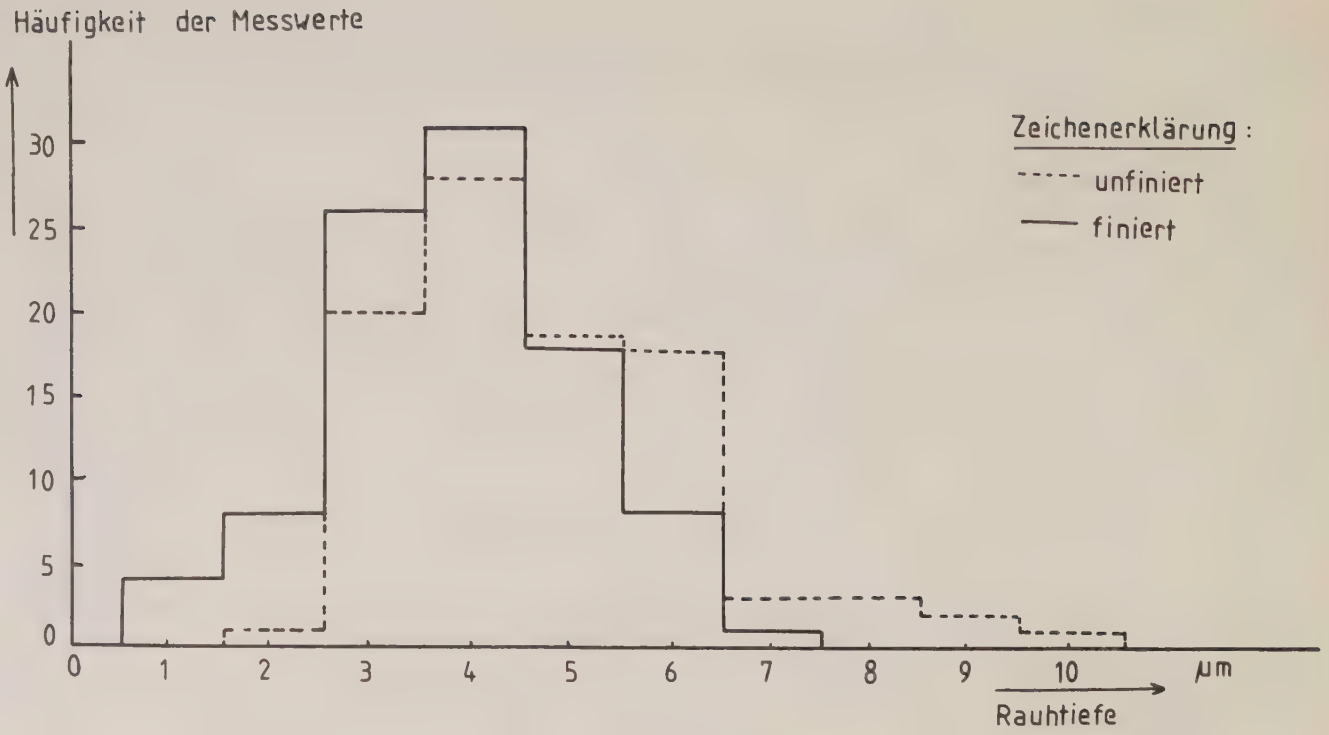


Abb. 15: Darstellung der Häufigkeitsverteilung aus 16 Messungen (pro Zahn) der an 6 Zähnen in S U P R A G I N G I V A L H Ö H E ermittelten Rauhtiefe, finiert und unfiniert.

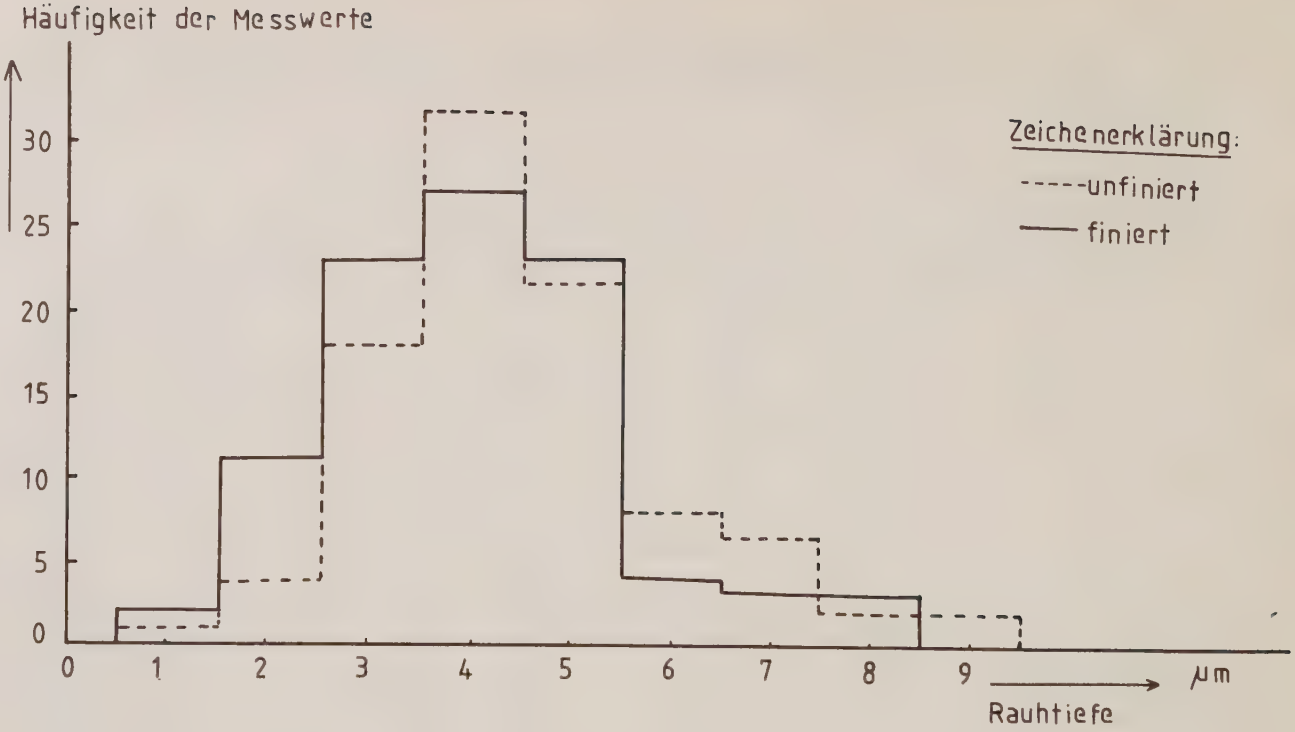


Abb. 16: Darstellung der Häufigkeitsverteilung aus 16 Messungen (pro Zahn) der an 6 Zähnen in Z E M E N T H Ö H E ermittelten Rauhtiefe, finiert und unfiniert.

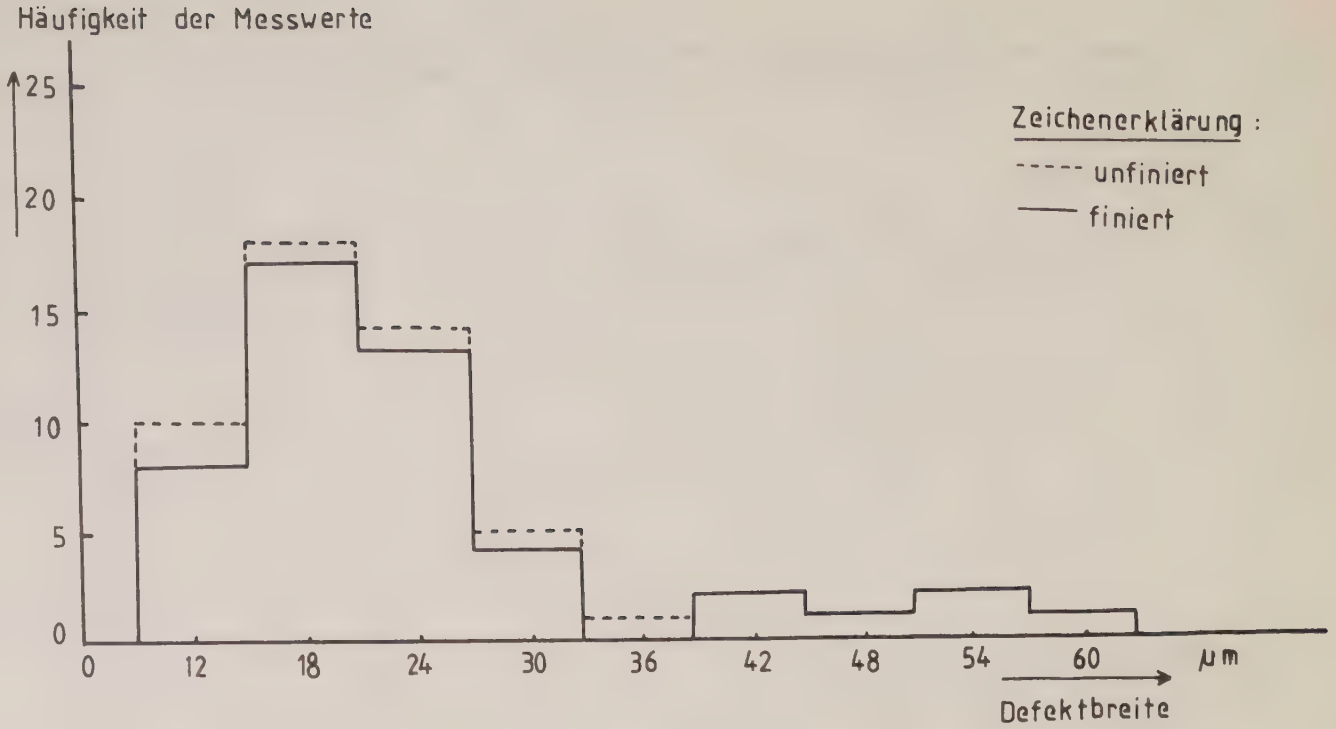


Abb. 17: Darstellung der Häufigkeitsverteilung aus 8 Messungen (pro Zahn) der an 6 Zähnen in ÄQUATORHÖHE ermittelten Defektbreite, finiert und unfiniert.

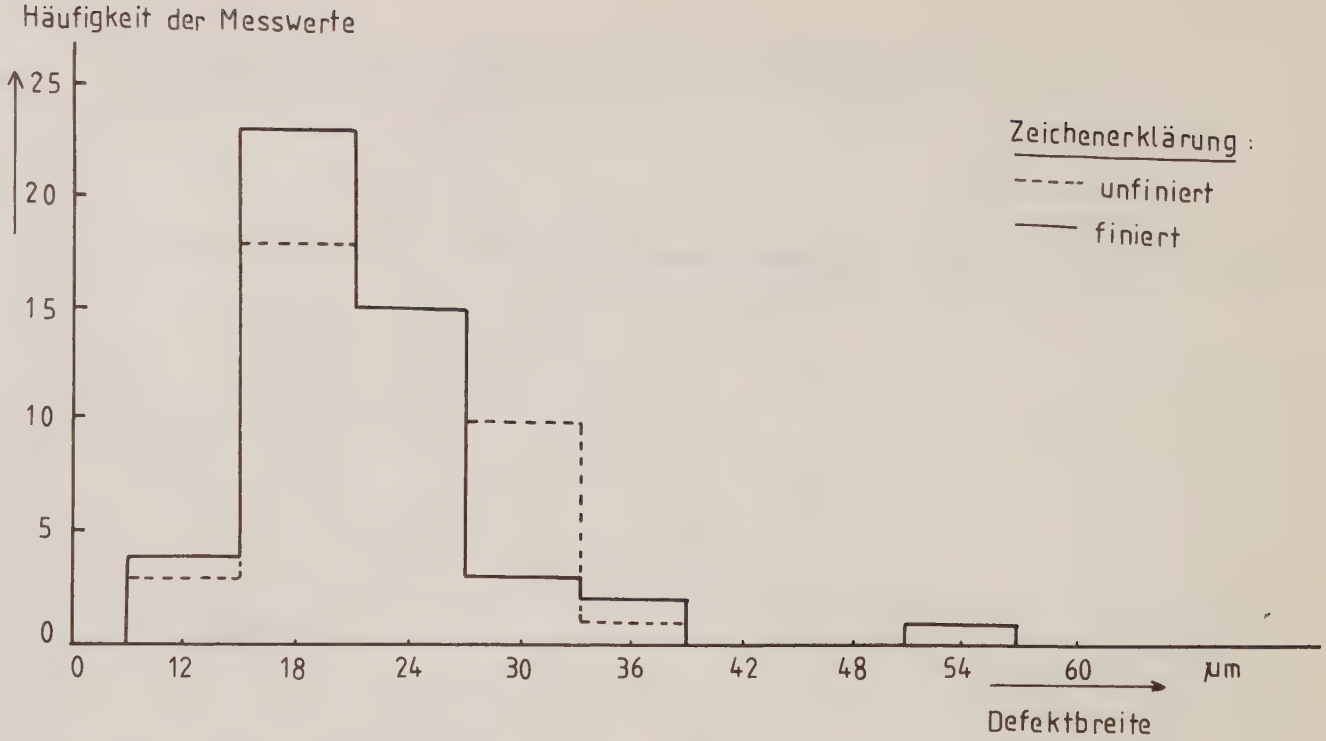


Abb. 18: Darstellung der Häufigkeitsverteilung aus 8 Messungen (pro Zahn) der an 6 Zähnen in S U P R A G I N G I V A L H Ö H E ermittelten Defektbreite, finiert und unfiniert.

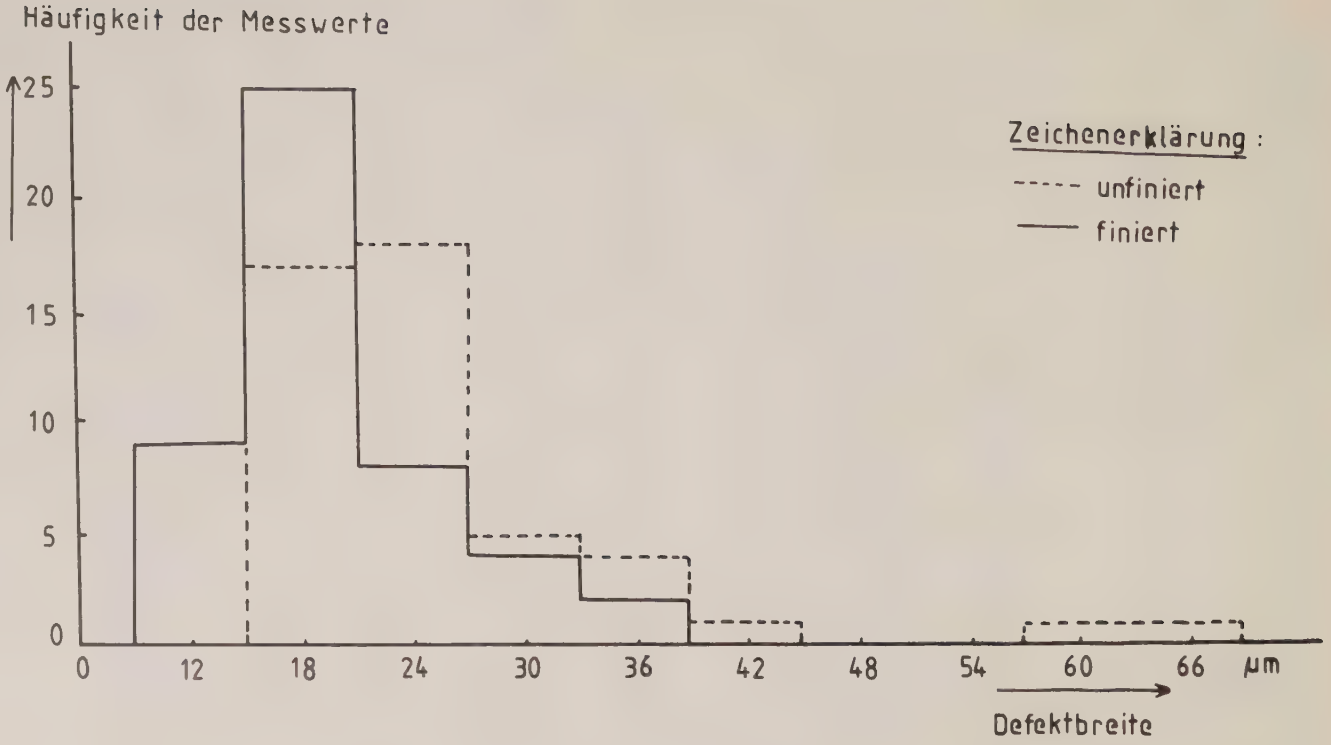


Abb. 19: Darstellung der Häufigkeitsverteilung aus 8 Messungen (pro Zahn) der an 6 Zähnen in Z E M E N T H Ö H E ermittelten Defektbreite, finiert und unfiniert.

2. ob sich zwischen den Präparationen in verschiedenen Kronenabschnitten (Äquator, Supragingival und Zement) signifikante Unterschiede ergeben,

3. ob sich zwischen "finiert" und "unfiniert" signifikante Unterschiede zeigen.

4.2.4.1. Varianz innerhalb eines Versuches

Es wurde geprüft, ob die Mittelwerte der Messungen innerhalb eines Versuches (z.B. Äquator, unfiniert) statistisch unterscheidbar sind. Bei 12 Versuchsreihen bestehen keine signifikanten Unterschiede innerhalb einzelner Versuche. Das heißt, die Streuungen sind größer als die Unterschiede von Schliffprobe zu Schliffprobe. (Abb. 20)

4.2.4.2. Varianzanalyse in verschiedenen Kronenabschnitten

Die Varianzanalyse der Mittelwerte der verschiedenen Kronenabschnitte (Äquator, Supragingival und Zement) ergab keine statistischen Unterschiede. (Abb. 12, 13, 20)

4.2.4.3. Varianzanalyse der Versuche "finiert" und "unfiniert"

Es wurde untersucht, ob sich die Mittelwerte alle Messungen zwischen "finiert" und "unfiniert" signifikant unterscheiden.
Das Ergebnis zeigt, daß zwischen "finiert" und "unfiniert" -rein statistisch gesehen- signifikante Unterschiede (ca. 1 µm) bestehen, welche "medizinisch" gesehen unwesentlich sind.

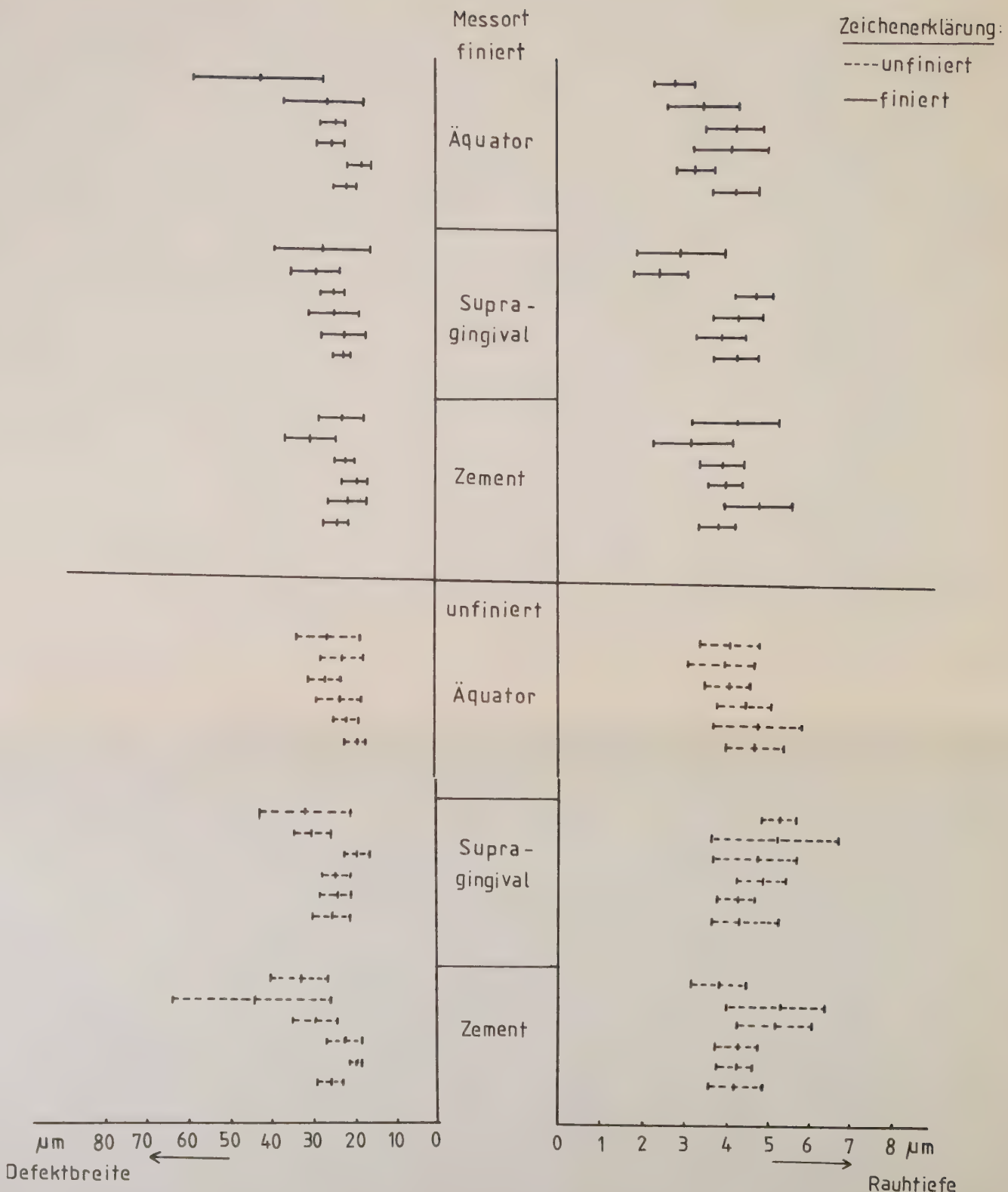


Abb. 20: Darstellung der Mittelwerte und 95% Vertrauensbereich von 16 Einzelmessungen der Rauhtiefe und 8 Einzelmessungen der Defektbreite an 6 Zähnen in Abhängigkeit vom Präparationsort und von der Präparationsart.

4.2.5. Erwartungsbereich

Der 95% Erwartungsbereich läßt eine Aussage zu, in welchem Bereich die einzelnen Messungen von weiteren hundert Messungen zu erwarten sind. Dieser Erwartungsbereich beinhaltet sowohl die zufälligen Meßfehler als auch die örtlichen Inhomogenität des Meßobjektes und auch die zufälligen Schwankungen bei der Bearbeitung des Zahnes.

Versuchsreihe 1

Äquartorhöhe, unfiniert

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Erwartungsbereich in µm
101	16	4,1	1,2 - 7,0
102	16	3,9	0,8 - 7,0
103	16	4,1	1,8 - 6,3
104	16	4,4	1,9 - 7,0
105	16	4,8	0,5 - 9,0
106	16	4,7	1,8 - 7,6

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Erwartungsbereich in µm
101	8	26	4 - 47
102	8	22	7 - 37
103	8	26	15 - 37
104	8	23	7 - 38
105	8	21	12 - 30
106	8	19,1	12,3 - 25,2

Versuchsreihe 2

Äquatorhöhe, finiert

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Erwartungsbereich in µm
201	16	3,4	0,1 - 6,7
202	16	2,8	0,9 - 4,6
203	16	4,2	1,5 - 6,7
204	16	4,1	0,6 - 7,7
205	16	3,3	1,3 - 5,2
206	16	4,3	2,0 - 6,5

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Defektbreit in µm	95% Erwartungsbereich in µm
201	8	42	0 - 84
202	8	27	0 - 54
203	8	24	15 - 33
204	8	25	14 - 35
205	8	18	8 - 28
206	8	21	13 - 29

Versuchsreihe 3

Supragingivalhöhe, unfiniert

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Erwartungsbereich in µm
301	16	5,3	3,6 - 7,0
302	16	5,2	0,9 - 11,2
303	16	4,7	0,8 - 8,6
304	16	4,9	2,4 - 7,3
305	16	4,3	2,3 - 6,2
306	16	4,5	1,1 - 7,9

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Erwartungsbereich in µm
301	8	31	1 - 61
302	8	30	18 - 41
303	8	19	10 - 28
304	8	23	13 - 34
305	8	24	12 - 36
306	8	25	12 - 38

Versuchsreihe 4

Supragingivalhöhe, finiert

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Erwartungsbereich in µm
401	16	3,4	1,2 - 5,6
402	16	2,4	0 - 4,9
403	16	4,6	2,9 - 6,3
404	16	4,3	2,0 - 6,6
405	16	3,9	1,6 - 6,2
406	16	4,3	1,9 - 6,6

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Erwartungsbereich in µm
401	8	28	12 - 44
402	8	27	0 - 59
403	8	24	16 - 33
404	8	24	7 - 40
405	8	21	6 - 36
406	8	22	17 - 28

Versuchsreihe 5

Zementhöhe, unfiniert

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Erwartungsbereich in µm
501	16	3,8	1,2 - 6,4
502	16	5,3	0,6 - 9,9
503	16	5,2	1,5 - 8,9
504	16	4,3	2,3 - 6,3
505	16	4,3	2,3 - 6,2
506	16	4,3	1,5 - 7,0

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Erwartungsbereich in µm
501	8	33	13 - 53
502	8	44	0 - 98
503	8	29	13 - 45
504	8	23	10 - 35
505	8	19	14 - 25
506	8	26	16 - 36

Versuchsreihe 6

Zementhöhe, finiert

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Rauhtiefe in µm	95% Erwartungsbereich in µm
601	16	3,3	0 - 6,9
602	16	4,3	0 - 8,6
603	16	3,9	1,8 - 6,1
604	16	4,0	2,3 - 5,7
605	16	4,8	1,6 - 8,0
606	16	3,8	2,0 - 5,6

Präp. Nr.	Umfang	Mittelwert der Defektbreite in µm	95% Erwartungsbereich in µm
601	8	22	8 - 36
602	8	29	13 - 46
603	8	21	15 - 27
604	8	18	10 - 27
605	8	21	8 - 34
606	8	23	14 - 32

Es zeigt sich, daß sich die Erwartungsbereiche sämtlicher Meßreihen auch nicht andeutungsweise unterscheiden.

4.3. Abbildungen

Mit Hilfe eines Rasterelektronmikroskop (Siemens AUTOSCAN, ETEC USA) wurden die folgenden Bilder dargestellt.

Abb. 21 ist eine Übersichtsaufnahme bei 17-facher Vergrößerung. Vom Äquator bis zum Zement wurde in 4 Stufen präpariert. Hier sieht man, daß die Rauhigkeit an der Präparationsgrenze von allen 4 Stufen keinen deutlichen Unterschied zeigt.

Abb. 21:

Bei Abb. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 wurden die Zähne so aufgestellt, daß die Präparationsgrenze und Abschrägung im Vordergrund stehen. Die Rauhigkeit am Übergang vom präparierten zum unpräparierten Zahn zeigt auch nach dem Finieren unabhängig von den Kronenabschnitten (Äquator, Supragingival und Zement) keine Unterschiede.
Nach dem Finieren mit "Dura-White-Stein" (Abb. 24, 27, 30) sind die Präparationsflächen ebener als vor dem Finieren.

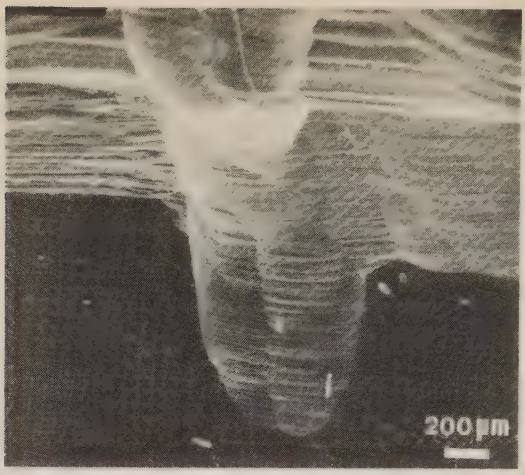


Abb. 22:

Übersichtsaufnahme in Äquatorhöhe.
Linke Bildhälfte unfiniert
Rechte Bildhälfte finiert

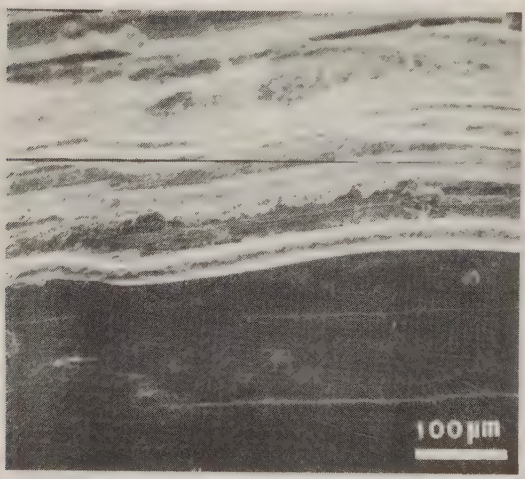


Abb. 23:

Äquatorhöhe, unfiniert.
Rauhe Präparationsfläche
mit ziemlich glatter
Präparationsgrenze

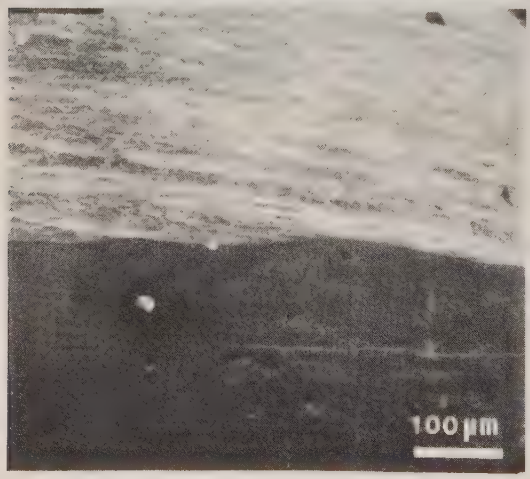


Abb. 24:

Äquatorhöhe, finiert.
Ziemlich glatte
Präparationsfläche
mit ziemlich glatter
Präparationsgrenze

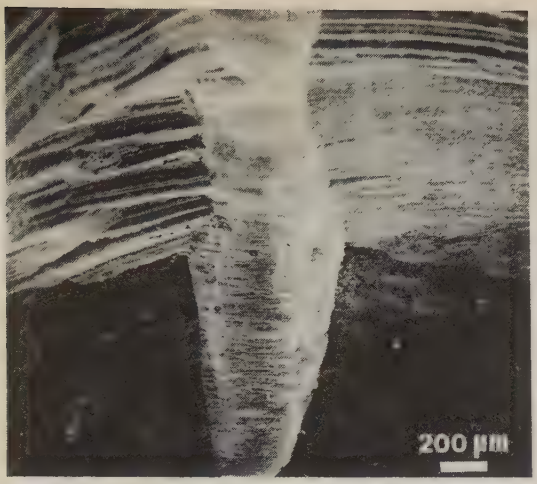


Abb. 25:

Übersichtsaufnahme in Supragingivalhöhe
Linke Bildhälfte unfiniert
Rechte Bildhälfte finiert

Abb. 26:

Supragingivalhöhe, unfiniert
Rauhe Präparationsfläche mit ziemlich glatter Präparationsgrenze

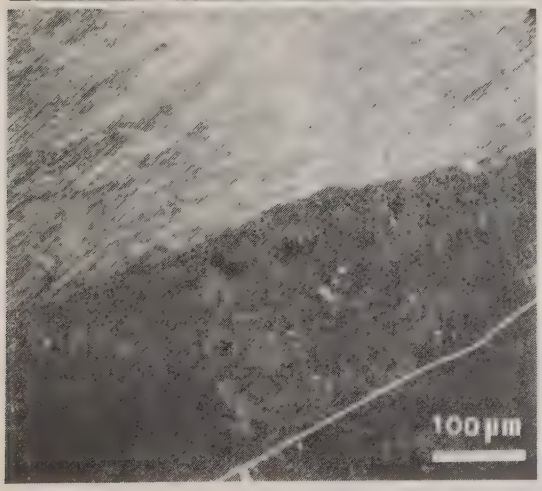


Abb. 27:

Supragingivalhöhe, finiert.
Ziemlich glatte Präparationsfläche mit ziemlich glatter Präparationsgrenze.

Abb. 28:

Übersichtsaufnahme in Zementhöhe
Linke Bildhälfte unfiniert
Rechte Bildhälfte finiert

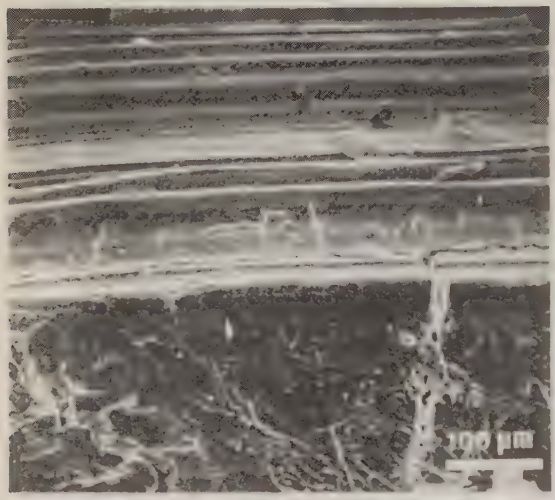


Abb. 29:

Zementhöhe, unfiniert.
Rauhe Präparationsfläche mit ziemlich glatter Präparationsgrenze

Abb. 30:

Zementhöhe, finiert.
Ziemlich glatte Präparationsfläche mit ziemlich glatter Präparationsgrenze

5. DISKUSSION

Für die klinische Genauigkeit einer Krone kommt es auf den äußeren Übergang zwischen Kronenrand und Zahnhartsubstanz an. Bekanntlich wird ein glatter ununterbrochener Verlauf des Kavitätenrandes zur Erzielung eines optimalen Randschlusses einer Krone oder Gußfüllung gefordert.
Der mangelhafte Randschluß einer Krone der von Schmelzveränderungen in Form von Aussprengungen und Zertrümmungen infolge der Präparation verursacht wird, ist verantwortlich für die Entstehung von Sekundärkaries und Parodontopathien.
In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, anhand von Präparationen in verschiedenen Höhenlagen (Äquator, Supragingival, Zement) mit und ohne Nacharbeitung mit Shofusteinchen zu zeigen, welchen Einfluß sie auf die Rauhigkeit der Präparationsgrenze haben.

Ergebnisse

Unsere Untersuchungen haben ergebn, daß die Präparationen in verschiedenen Höhen (Äquator, Supragingival und Zement) bei Verwendung derselben Turbine (Super Torque) und derselben Schleifkörper (nach LUSTIG, Meisinger Typ 886-012) keinen signifikanten Unterschied ergeben. Alle von uns untersuchten Präparationsgrenzen besaßen annähernd gleichartige Rauhtiefe von 4 - 5 µm (ohne Nacharbeitung), eine Rauhtiefe von 3 - 4 µm nach Bearbeitung mit Shofusteinchen. Nach der zusätzlichen Bearbeitung mit Shofusteinchen ist die Rauhtiefe an der Präparationsgrenze also um 1 µm kleiner. Diese Aussage bezieht sich auf die Kante am Übergang vom präparierten zum unpräparierten Zahn.
Daß verhältnismäßig glatte Präparationsgrenzen unabhängig von der Höhenlage sowohl mit, als auch ohne zusätzliche Glättung mit Shofusteinchen erzielt werden können, kann man durch folgende Über-

legungen erklären:

1. Der Schleifkörper läuft parallel zur Präparationsgrenze, dadurch werden die erzeugten Schleifrillen auch annähernd parallel zur Präparationsgrenze verlaufen.

2. Günstige Schnittwinkel zwischen Schleifkörper und Schmelzprismen, die durch die jeweilige Präparationsform gegeben sind. Dagegen finden sich an der Präparationsfläche der Abschrägung deutliche Rauhigkeitsunterschiede, je nachdem geglättet wurde oder nicht, wobei auf den Präparationsflächen nach Bearbeitung mit diamantierten Schleifkörpern deutlich Spurrillen der herausragenden Diamantkristalle zu sehen sind. Nach Bearbeitung mit Shofusteinchen ist die Oberfläche wesentlich glätter. Dieser Befund stimmt auch mit Untersuchungen von EIFINGER, FUHR, ADOLPH, PANTKE, LINKE überein.

Schlußfolgerung

1. Es besteht in Unterschied von nur 1 um an den Präparationsgrenzen in Bezug auf die Rauhigkeit und Scharfkantigkeit, zwischen finiert und unfiniert.

2. Es besteht kein signifikanter Unterschied in der Scharfkantigkeit und Rauhigkeit der Präparationsgrenze bezogen auf die Höhenlage am Zahn (Äquator, Supragingival und Zement).

3. Deutliche Unterschiede in der Rauhigkeit ergeben sich auf den präparierten Flächen (Abschrägung), auf denen der Ferderrand zu liegen kommt. Hier kann die Rauhigkeit erheblich verringert werden, wenn diese Flächen finiert werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde der Einfluß der Präparation in verschiedenen Höhenlagen (Äquator, Supragingival und Zement) mit und ohne Nacharbeitung mit Shofusteinchen auf die Rauhigkeit der Präparationsgrenze untersucht. Die Versuche wurden mit natürlichen, extrahierten Molaren durchgeführt. Es wurden 6 Versuchsreihen durchgeführt, wobei pro Versuch 6 Präparate hergestellt wurden. Die Präparate wurden im Hochvakuum von 10^{-5} Torr zuerst mit Kohle und anschließend mit Gold bedampft. Die Dicke der Aufdampfschicht ist für die Messungen vernachläßigbar klein. Die Messung der Rauhigkeit und Scharfkantigkeit erfolgte mit einem Zeiss "Universalmeßmikroskop", wobei die als Silhouette abgezeichnete Präparationsgrenze ausgemessen wurde.
Die Abbidlungen der Präparationsgrenze erfolgt fotografisch mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops der Firma Siemens AUTOSCAN (Etex, USA).

Nach der statistischen Auswertung ergaben sich folgende Mittelwerte:

	Rauhtiefe	Defektbreite
Versuch 1: Präparation in Äquatorhöhe "unfiniert"	4,3 µm	22,8 µm
Versuch 2: Präparation in Äquatorhöhe mit Shofusteinchen "finiert"	3,6 µm	26,2 µm

	Rauhtiefe	Defektbreite
Versuch 3: Präparation in Supragingivalhöhe, "unfiniert"	4,8 µm	25,3 µm
Versuch 4: Präparation in Supragingivalhöhe mit Shofusteinchen "finiert"	3,8 µm	34,4 µm
Versuch 5: Präparation in Zementhöhe "unfiniert"	4,5 µm	22,4 µm
Versuch 6: Präparation in Zementhöhe mit Shofusteinchen "finiert"	3,0 µm	22,48 µm

Die Ergebnisse zeigen, daß die Rauhigkeit der Präparationsgrenze in verschiedenen Kronenabschnitten (auf Höhe des Äquators, Supragingival und Zement) bei Verwendung derselben Turbine und Schleifkörper keinen nennenswerten Unterschied ergeben.
Nach zusätzlicher Bearbeitung mit Shofusteinchen wird die Rauhtiefe an der Präparationsgrenze um 1 µm kleiner.
Während an der Präparationsgrenze keine Unterschiede erkannt werden können, bestehen deutliche Unterschiede in der Rauhigkeit auf den präparierten Flächen (Federrand), wobei die Rauhigkeit erheblich verringert wird, wenn diese Flächen geglättet (finiert) werden.

7. LITERATURVERZEICHNIS

1. ADOLPH, W. "Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Dentinoberflächen, die bei Anwesenheit von Wasser, Preßluft und Speichel, maschinell bearbeitet werden."
Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 758-767 (1958)

2. ADOLPH, H. "Untersuchungen über die Oberflächenbeschaffenheit nieder-, hoch- und höchsttourig bearbeiteter Kavitätenwände."
Dtsch. zahnärztl. Z. 14, 944-953 (1959)

3. ADOLPH, W. "Elektronenmikroskopische Untersuchungen an maschinellbearbeiteten Dentinoberfläche von Zähnen mit lebender Pulpa."
Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 635-644 (1958)

4. ADOLPH, W. "Die Struktur der Dentinoberfläche nach deren Bearbeitung mit normal- und höchsttourigen Präparationsinstrumenten."
Dtsch. zahnärztl. Z. 14, 1344-1361 (1959)

5. CAVALLI-SFORZA, L. "Biometrie, Grundzüge biologischer medizinischer Statistik."
4. Aufl. Stuttgart, Fischer (1972)

6. DEMMEL, H. J. "Der Einfluß verschiedener Zementsorten auf den Ranschluß paßgenauer Kronen."
Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 700-705 (1971)

7. DIETRICH, R. "Der Einfluß verschiedener Modellationsarten auf die Paßgenauigkeit des Kronenrandes."
Med. Diss. Tübingen (1977)

8. DREHER, D.
MARXKORS, R. "Beschleifen von Zähnen mit erkennbarer Präparationsgrenze."
Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 714-717 (1972)

9. EICHNER, K. "Bewertung des hoch- und höchsttourigen Schleifens bei der prothetischen Behandlung."
Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 113-117 (1960)

10. EICHNER, K. "Untersuchung zum hochtourigen Bohren und Schleifen."
Dtsch. zahnärztl. Z. 14, 591-600 (1959)

11. EICHNER, K. "Untersuchungen von Bohr-, Fräsvorgängen an Zahnhartsubstanzen (Elfenbein)."
Institut für wissenschaftlichen Film Göttingen (1963)

12. EICHNER, K. "Der Kronenrand und das marginale Parodontium aus klinischer Sicht."
Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 741-750 (1969)

13. EICHNER, K. "Normal-, hoch und höchsttouriges Bohren und Schleifen von Zahnhartsubstanzen."
1. Aufl. Carl Hanser Verlag München (1966)

14. EICHNER, K.
VOSS "Der Kronenrand."
Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 742-757 (1971)

15. EIFINGER, F. "Präparationstechnik und Kavitätenrand."
Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 1324-1331 (1962)

16. FUCHS, W.B. MAYER, R. "Untersuchungen über die abschlußdichten, einzementierten Gußfüllungen mit unterschiedlicher Präparation der Kavitätenrandzonen."
Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 757-760 (1970)

17. FUHR, K. "Messungen der Strukturvarianten an Zahnoberflächen."
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 178-188 (1968)

18. FROMMEL, G. RIEDEL, H. "Beobachtung zum Gefügeaufbau der Zahnhartsubstanzen mit Hilfe des Rasterelektronauflichtmikroskops."
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 395-400 (1967)

19. HATTYASSY, D. "Biologische Arbeitsweise am lebenden Dentin."
Dtsch. Stomat. 37, 1227 (1939)

20. HERMANN, M. "Bohren und Schleifen mit hohne Tourenzahlen."
Zahnärztl. Welt/Reform H. 2

21. KOCHER, A. "Vergleichende Untersuchungen zum Dimensionsverhalten des Kronenrandes in Abhängigkeit von der Modellationstechnik und der Randmodellation."
Med. Diss. Tübingen (1977)

22. KÖRBER, E. "Nachuntersuchungen von Hülsenkronen."
Dtsch. zahnärztl Z. 27, 519-525 (1972)

23. LEHMANN, K. "Einführung in die Zahnersatzkunde."
1. Aufl. München-Berlin-Wien Urban-Schwarzenberg (1975)

24. LENZ, H. "Elektronenmikroskopische Untersuchungen zum Problem der Mineralisation, Demineralisation und Reminelarisation des Zahnschmelz."
Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 460-471 (1969)

25. LINDNER, A. "Statistische Methoden."
4. Aufl. Basel-Stuttgart-Birkenhauser (1964)

26. LINKE, S. "Die Rauhigkeit von approximalen Kavitätenränder nach Bearbeitung mit umlaufenden Werkzeugen in verschiedenen Drehzahlbereichen."
Med. Diss. Berlin (1960)

27. LUSTIG, L.P. "Diskussionsbemerkung zum Beschleifen von Zähnen mit erkennbarer Präparationsgrenze."
Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 66-67 (1974)

28. ONTRUP, D. "Die Oberflächengestalt der Zahnhartsubstanz nach der Bearbeitung mit umlaufenden Instrumenten."
Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 99-104 (1960)

29. PANTKE, H. "Die Wirkung verschiedener Instrumente auf die Kavitätenwände."
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 66, 678-687 (1956)

30. PANTKE, H. "Die Replica Technik."
Stoma, 86-92, (1956)

31. PANTKE, H. "Vergleichende Untersuchungen der Oberflächenstruktur von mit Diamantschleifkörpern bearbeiteten Kavitätenwänden." Zahnärztl. Welt, 526-529 (1964)

32. PANTKE, H. "Scheibenschliff-Präparation." Zahnärztl. Prax. 37-39 (1966)

33. PLISCHKA, G. "Präparation des Zahnstumpfes für Vollgußkronen mit und ohne Stufe? Die Hohlkehlpräparation." Dtsch. zahnärztl. Z. 16, 1082-1084 (1961)

34. SACHS, L. "Statistische Auswertungsmethoden." Aufl. Berlin-Heidelber-New York. Springer Verlag (1968)

35. SAUERWEIN, E. "Zahnerhaltungskunde." 2. Aufl. Stuttgart, Thieme-Verlag (1972)

36. SCHMEISSNER, H. "Über die Metallvollkrone." Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 304-310 (1965)

37. SINGER, H. "Fehler bei Kronen und Brücken." Zahnärztl. Welt, 231-238 (1970)

38. SMITH, G.P. "The marginal hit of the full cast shoulderless crown." J. prosth. Dent. 7, 231-243 (1957)

39. SCHMIERER, A. "Vergleichende Untersuchungen zur Paßgenauigkeit des Kronenrandes." Med. Diss. Tübingen (1976)

40. VEST, G. "Lehrbuch der Zahnärztlichen Kronen und Brückenprothetik."
Band I, Basel, Birkhäuser (1951)

41. VOSS, R. "Grundlage des Behandlungserfolges bei Kronen und Brücken."
Zahnärztl. Welt, 78, 397-405 (1969)

42. ZEISS "Anleitung des Universalmeßmikroskops."

43. ZELINKA, A. "Vergleichende oberflächenhistologische Untersuchungen über die Wirkung von zahnärztlichen Fissurenbohrern auf Schmelz, Dentin, sowie Schmelzrand bei der schnurgetriebenen Bohrmaschine und des Dentalair-Gerätes."
Med. Diss. Marburg (1964).

DANKSAGUNG

Für die freundliche Überlassung des Themas und für die Ratschläge bei dessen Bearbeitung danke ich Herrn Prof. Dr. E. Körber herzlich.

Herrn Dr. Frank, Herrn Diplom-Biologen M. Claviez und Frl. R. Wandel vom Max-Planck-Institut Tübingen, danke ich für die Herstellung der Photographien.

Herrn Diplom Physiker Rösch, Physikalisches Institut der Universität Tübingen, bin ich für die Unterweisung am Meßmikroskop zu Dank verpflichtet.

Herrn Diplom-Physiker D. Lukas danke ich für die Aufklärung bei Fragen zur Statistik, sowie für die Aufstellung und Durchführung der Rechenprogramme.

Für die Beratung und Betreuung meiner Arbeit danke ich Herrn Dr. Hambrok und Herrn Dr. Lindemann herzlich.

LEBENSLAUF

Am 13.07.1952	wurde ich, Gina Pudjianti Winarko, als Tochter der Eheleute Muryanto Winarko und Ka Kha Winarko, geb. Tjio, in Djakarta (Indonesien) geboren.
Von 1958 - 1964	Besuch der Grundschule in Djakarta
Von 1964 - 1967	Besuch der Realschule in Djakarta
Von 1967 - 1970	Besuch der Oberschule in Djakarta an der ich am 9. November 1970 die Abschlußprüfung mit Erfolg abgelegt habe.
Von WS 1971 - SS 1972	Besuch des Studienkollegs der Universität Heidelberg mit Abschluß im Juli 1972
Von WS 1972 - WS 1977	Studium der Zahnmedizin an der Universität Tübingen.
Am 1. Oktober 1973	Vorphysikum
Am 14. April 1975	Physikum
Am 15. Dezember 1977	Staatsexamen